

Processi di radiazione & MHD

Prova di ammissione all'orale "riformato"

Cognome	Nome	Ordinamento		
		O 5CFU	O 8CFU	O 9 CFU

02 Luglio 2013

1. Due radiosorgenti A e B, poste alla stessa distanza dalla Terra, hanno luminosita' rispettivamente L_A e $L_B = L_A^2$. Entrambe sono approssimabili ad una sfera di raggio $r_B = (1/10)r_A$, dove r_A e r_B sono rispettivamente il raggio della radiosorgente A e quello della radiosorgente B.

Determinare il campo magnetico di equipartizione della radiodorgente B, H_B , in funzione del campo magnetico di equipartizione della radiosorgente A, H_A .

Assumendo che entrambe le radiosorgenti emettano nella banda X solo per Compton inverso con i fotoni della CMB, esprimere la luminosita' X della radiosorgente B, L_{XB} , in funzione della luminosita' X della radiosorgente A, L_{XA} . Quale delle due radiosorgenti e' piu' brillante alle alte energie?

2. Se l'estinzione variasse come una legge di potenza, $A_\nu \sim \nu^\beta$, quale valore dell'indice β darebbe un valore di $R_V = 5.5$?

3. In un certo istante di tempo, una bolla sferica di raggio $r = 10$ m, contenente 10 moli di fluido (H atomico), si trova alla temperatura di 5000 K, viene immersa in un altro fluido in quiete, con densita' $\rho_{\text{ext}} = 1.1 \times 10^{-6} \text{ kg m}^{-3}$, composto sempre di idrogeno atomico alla temperatura di 1000K. Si considerino entrambi i fluidi come gas ideali. A partire dallo stato iniziale considerando entrambi i fluidi in quiete, cosa accade ? Espansione o contrazione della bolla? (suggerimenti vari: $R = 8.31 \text{ J mol}^{-1} \text{ K}^{-1}$; utilizzare μ massa molare media e ricordarsi che $\rho = \mu P / RT$; considerare cosa succede sulla superficie di contatto tra i due fluidi). Calcolare il valore della velocita' iniziale del fenomeno.

4. Descrivere le componenti e la distribuzione dell'ISM in una galassia ellittica tipica, nonche' quella che potrebbe essere la sua SED.

Processi di radiazione & MHD

Prova di ammissione all'orale "riformato"

Cognome	Nome	Ordinamento		
		O 5CFU	O 8CFU	O 9 CFU

17 Settembre 2013

1. Date due stelle poste alla stessa distanza di 100 pc, determinare se e' piu' brillante una nana Bianca ($T = 15000$ K) oppure un oggetto di tipo solare ($T = 6000$ K). Determinare anche il diametro angolare dei due oggetti e la magnitudine apparente.
2. Supponendo che la polvere produca un'estinzione $A(\nu) \sim \nu^{1.5}$, quale sarebbe il valore di R_V ?
3. Descrivere in sintesi quali transizioni elettroniche si definiscono permesse, semi-proibite e proibite, e qual'e' la condizione per cui si osservino queste ultime.
4. Due radiosorgenti A e B che emettono per sincrotrone sono caratterizzate da un campo magnetico $H_A = a \cdot H_B$ e una temperatura di brillanza, alla stessa frequenza, $T_A = b^{0.5} \cdot T_B$. In presenza di autoassorbimento di sincrotrone, scrivere la frequenza di picco della sorgente A, $\nu_P(A)$, in funzione della frequenza di picco della sorgente B, $\nu_P(B)$.
Sapendo che nella radiosorgente A il picco dello spettro avviene a 15 GHz, e che a 1.4 GHz e a 5 GHz il flusso e' 20 mJy e 900 mJy, rispettivamente, dire perche' in questo caso la parte otticamente spessa dello spettro non puo' essere causata da autoassorbimento di sincrotrone.

Processi di radiazione & MHD

Prova di ammissione all'orale riformato

Cognome	Nome	Ordinamento		
		O 5CFU	O 8CFU	O 9 CFU

14 Gennaio 2014

1. Trovare il valore di R_V nel caso in cui la polvere produca un'estinzione $A_V \approx \nu^\alpha$, con $\alpha = 1.8$.
Quale valore dell'indice α darebbe invece un valore di $R_V = 3.6$?
2. Due radiosorgenti, A e B, si trovano in condizione di equipartizione, e le loro densità di energia minima sono legate dalla relazione $u_A = 9/2 \cdot u_B$. Sapendo che entrambe le radiosorgenti si trovano in equilibrio di pressione col mezzo esterno, e che la densità del mezzo attorno alla radiosorgente A, $\rho_A = 1/2 \cdot \rho_B$, scrivere la velocità di espansione della radiosorgente A, v_A , in funzione della velocità di espansione della radiosorgente B, v_B .
3. Per quale motivo tra le particelle dei raggi cosmici vi è una componente numericamente piuttosto modesta di elettroni? Ci si potrebbe aspettare che tenda a zero, oppure ne dovrebbe rimanere comunque un certo quantitativo? Le particelle sono in equilibrio termico?
4. Supponiamo di avere osservato una nebulosa planetaria come quella a lato. Quali sono, sinteticamente, i "corpi celesti" che vi si trovano, quale/i tipo/i di emissione vi si trova(n)o?
Tracciare una schematica SED.



Planetary Nebula NGC 6853 (M 27) - VLT UT1+FORs1

Processi di radiazione & MHD

Prova di ammissione all'orale riformato

Cognome	Nome	Ordinamento		
		O 5CFU	O 8CFU	O 9 CFU

11 Febbraio 2014

1. Si consideri una nube a distanza $D=2$ pc da una sorgente luminosa. Supponendo che entrambe le efficienze, di assorbimento e di emissione, dipendano dalla frequenza $Q \propto \nu^\beta$ ($\beta=2$), quale deve essere la luminosità della sorgente, L_{UV} , per riscaldare la nube a temperatura $T_D=50$ K? A che temperatura si troverebbe la nube se l'efficienza di assorbimento dipendesse dalla frequenza con un esponente $\beta=1.9$ (invariato =2 per coefficiente di emissione)?
2. Betelgeuse e' una supergigante rossa con temperatura "efficace" di 3500 K e raggio pari a 1000 raggi solari. Determinare dove cade il massimo della brillantezza e il suo valore. Calcolare l'energia emessa nell'unita' di tempo. La stella si trova ad una distanza di circa 200 parsec da noi. Ha una magnitudine apparente di 0.6m. Quale e' la sua magnitudine assoluta? Quale e' il suo diametro apparente sulla volta celeste?
3. Illustrare brevemente il fenomeno della Rotazione di Faraday, e descrivere come viene misurata.
4. Una radiosorgente a 20 Mpc dalla Terra e' caratterizzata da emissione di sincrotrone. Sapendo che il suo flusso a 21 cm e' di 700 mJy, mentre a 6 cm il suo flusso vale 300 mJy, calcolare l'indice spettrale tra queste due lunghezze d'onda. Tra noi e la radiosorgente, ad una distanza di 10 Mpc, si trova una nube di idrogeno neutro caratterizzata da una massa di 10^9 masse solari, una larghezza di riga di 100 km s^{-1} , una temperatura di spin $T_s=100$ K, e una densita' di colonna di $2 \cdot 10^{21} \text{ atomi cm}^{-2}$ in quiete rispetto all'osservatore. Quanto vale il flusso osservato a 21 cm del sistema radiosorgente piu' nube? E a 6 cm?

N.B. Trascurare l'assorbimento della propria radiazione da parte della nube.



Processi di radiazione & MHD

Prova di ammissione all'orale riformato

Cognome	Nome	Ordinamento		
		O 5CFU	O 8CFU	O 9 CFU

10 Aprile 2014

1. Si descriva in breve quali sono le principali caratteristiche della polvere interstellare (dimensioni, densità, abbondanza nell'ISM, ecc.) e quali i suoi effetti principali sulla radiazione. Si disegni lo spettro intrinseco della radiazione emessa da una stella e lo spettro della medesima sorgente luminosa osservato dopo esser passato attraverso una nube di polvere.
2. I lobi della radiogalassia 3C 445, posta a 240 Mpc dalla Terra, sono caratterizzati da un campo magnetico di 0.1 microGauss. Che Lorentz factor, gamma, devono avere gli elettroni relativistici per emettere per sincrotrone a 200 GHz? I fotoni radio di frequenza 200 GHz vengono poi diffusi dagli stessi elettroni relativistici attraverso il Synchrotron-self Compton. A che lunghezza d'onda vengono a trovarsi dopo tale processo? La lunghezza d'onda risultante a che banda dello spettro elettromagnetico corrisponde?
3. Descrivere sinteticamente il processo di Comptonizzazione che eventualmente avviene negli ammassi di galassie.
4. Siano date due stelle con temperatura effettiva di 4500 K. Una ha raggio pari a 0.2 raggi solari mentre l'altra ha il diametro pari a 200 volte quello del sole ($R=700000\text{km}$) e sono separate da 100 UA e si trovano ad una distanza di 20 pc dalla terra. Determinare il colore (picco dell'emissione) di ogni stella, graficare le due planckiane e determinare se da Loiano, con un seeing di 2 arcsec le si riesce a separare.



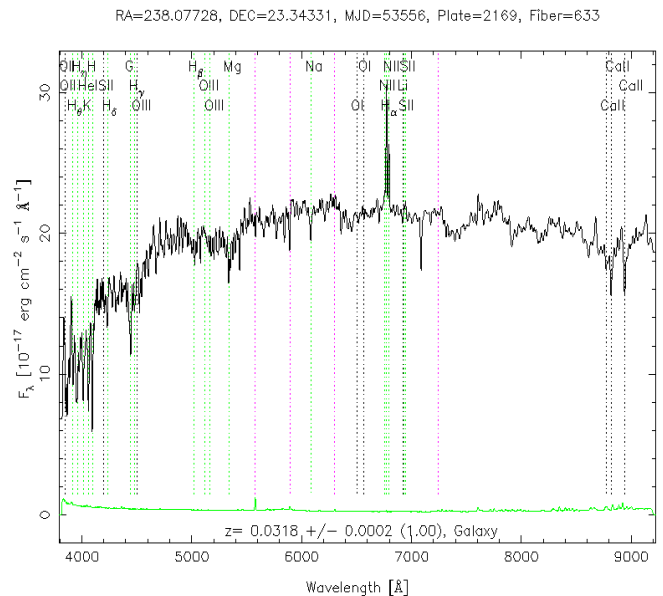
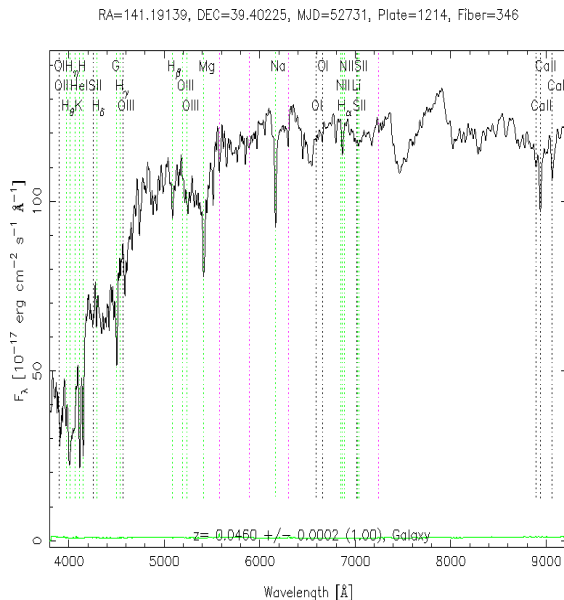
Processi di radiazione & MHD

Prova di ammissione all'orale riformato

Cognome	Nome	Ordinamento		
		O 5CFU	O 8CFU	O 9 CFU

3 Giugno 2014

1. Una radiosorgente posta a 200 Mpc dalla Terra ha un flusso a 5 GHz di 100 mJy e la sua morfologia e' approssimabile ad una sfera di diametro angolare 0.1 arcosecondi. Quanto e' la luminosita' dell'oggetto a 5 GHz? Calcolare che temperatura dovrebbe avere un corpo nero per emettere la brillantezza della radiosorgente a 5 GHz.
2. Una stella con temperatura superficiale di 6000 K e raggio pari a 1 milione di km, ha dei brillamenti superficiali che accelerano le particelle a velocita' relativistiche. Si prenda ad esempio $\gamma = 1000$. Qualora il campo magnetico superficiale sia di 1 gauss, determinare quale e' il meccanismo principale di perdita di energia di tali elettroni relativistici.
3. Descrivere quali sono i concetti di fisica di base coi quali si costruisce la curva di rotazione delle galassie a spirale utilizzando osservazioni nella banda radio.
4. Dati i due spettri in figura di due galassie, una ellittica e una spirale, si discuta dei processi di emissione/assorbimento che sono rilevanti alla loro interpretazione, e si discuta brevemente il loro aspetto in termini di equazione del trasporto radiativo.
Disegnare poi su entrambi i grafici come verrebbe modificato lo spettro (se ne viene modificato), qualora lungo la linea di vista venisse posta una quantita' sostanziale di polvere.

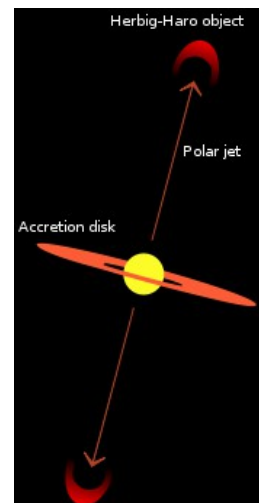


Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 02.09.2014

Cognome	Nome	Ordinamento		
		0 5 CFU	0 8 CFU	0 9 CFU

- La figura sotto a destra rappresenta la distribuzione iniziale in energia delle particelle che costituiscono una nube di plasma relativistico appena generato e che comincia a emettere radiazione. 1) Spiegare brevemente e disegnare come puo' essere lo spettro dell' emissione in presenza di solo sincrotrone e come esso si modifica in presenza anche di 2) perdite per Compton inverso, oppure se c'e' 3) espansione adiabatica. Cosa succede se a 1) si aggiunge una produzione continua di particelle relativistiche?
- Descrivere perche' le righe spettrali vengono definite permesse, semi-proibite e proibite. In particolare poi si illustri la riga proibita dell'idrogeno neutro, e quali sono le applicazioni astrofisiche molto importanti che vengono utilizzate in astrofisica.
- Una nube molecolare gigante che, per semplicita', si assume essere composta da solo idrogeno, si trova ad una temperatura di 100 K. All'interno di essa si sta formando una protostella che elimina momento angolare tramite l'emissione di due getti polari rispetto al disco di accrescimento e che vengono lanciati sotto forma di materiale molecolare/atomico con velocita' di decine/centinaia di km/s. Descrivere sommariamente i processi fisici che portano all'emissione di radiazione in questa classe di oggetti conosciuti come Herbig-Haro e di cui sotto a destra e' riportato un esempio.
- In nubi di bassa densita', il meccanismo principale con cui l'energia viene trasferita ai grani di polvere e' l'assorbimento di fotoni UV. Quando i grani sono in equilibrio, essi irradiano prevalentemente nell'infrarosso. Supponendo che il coefficiente di assorbimento dei grani sia pari al 100% nell'UV ed assumendo che il flusso stellare UV integrato sia $4\pi F = L/D^2 = 900 \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
 - Trovare la temperature dei grani, assumendo che essi si raffreddino emettendo come corpi neri (grigi) con efficienza $Q = 0.1\%$
 - Ricalcolare la temperatura nel caso in cui l'efficienza sia $Q = Q_0 \lambda^{-\beta}$ con $Q_0=1$ e $\beta=1$

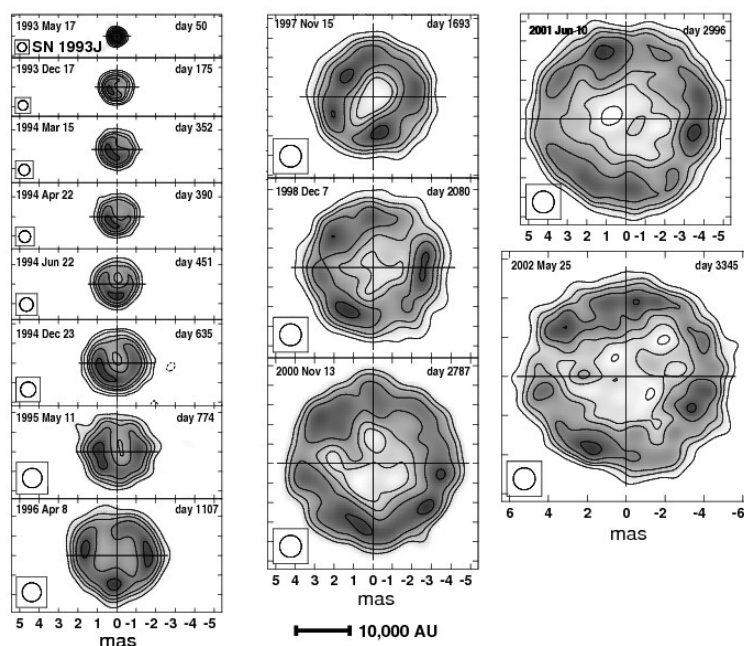


Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 06.11.2014

Cognome	Nome	Ordinamento		
		0 5 CFU	0 8 CFU	0 9 CFU

- Da osservazioni radio con interferometria intercontinentale (VLBI) un gruppo di astrofisici ha misurato le dimensioni di un resto di supernova posto ad una distanza di 20 Mpc in 0.02 mas (millesimi di secondo d'arco), dopo 1 mese dall'osservazione ottica dell'esplosione. L'osservazione è stata ripetuta dopo 1 anno, e le dimensioni sono state nuovamente misurate, risultando pari a 0.4 mas. Stimare la velocità con la quale si sta espandendo il resto di supernova. (Nella figura in fondo, c'è il sommario di uno studio simile prodotto da un programma di monitoring durato diversi anni).
- Sapendo che la radiazione misurata nell'esercizio 1 risulta polarizzata, descrivere per quale/i processo/i si genera radiazione elettromagnetica e quali sono le caratteristiche spettrali dell'emissione. Si descriva poi come vengono prodotti gli elettroni responsabili dell'emissione, accennando a vantaggi/svantaggi del processo di accelerazione in questione.
- Descrivere le condizioni dell'ISM in una regione di formazione stellare. Se ai margini di tale regione si fosse formata da qualche tempo una stella dello stesso tipo spettrale del sole, già in sequenza principale, illustrare se il suo spettro ne venisse eventualmente modificato, ponendo in grafico la/le planckiana/e rilevante/i.
- Una bolla di plasma termico viene generata in una zona di materiale (fluidico) neutro. Come le si distingue dal punto di vista osservativo (si faccia riferimento allo spettro a multifrequenza) se l'unico elemento chimico presente è l'idrogeno? Supponendo che il plasma termico ha una pressione più elevata rispetto al fluido neutro, come avviene l'interazione tra i due?



Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 10.02.2015

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

1. Spiegare come agiscono i meccanismi di accelerazione di Fermi “ordinari”, quali sono le caratteristiche fondamentali, positive e negative che li contraddistinguono. Possono essere rilevanti nelle regioni HI? E per i raggi cosmici? E in presenza di onde d'urto?
2. Si considerino le seguenti stelle di cui sono forniti il raggio, la massa (in unita' di masse solari) e la temperatura fotosferica:
Proxima Centauri, $R = 0.14$, $M = 0.12$, $T = 3000$ K; il sole, $R = 1$, $M = 1$, $T = 6000$ K; Bellatrix, $R = 12$, $M = 8$, $T = 22000$ K; Sirius B: $R = 0.01$, $M = 1$, $T = 25000$ K; Betelgeuse: $R = 1000$, $M = 15$, $T = 3500$. Porre tali stelle in un diagramma HR, spiegare bene sia le grandezze sugli assi sia perche' tali stelle occupano quella determinata posizione. *Qualora si siano finiti tutti gli esercizi, determinare la luminosita' di Betelgeuse in unita' di luminosita' solari.*
3. Descrivere l'ISM in una galassia ellittica. In particolare si commenti la presenza di polvere e sulla base di cosa se ne determinano le proprieta' (presenza, quantita', temperatura).
4. Una radiosorgente ha una struttura approssimabile con una sfera di raggio 0.5 milliarcosecondi. La sorgente emette per sincrotrone, ed il picco dello spettro si trova a 5 GHz. Sapendo che a quella frequenza il flusso vale 1 Jy, determinare la temperatura di brillanza e successivamente il campo magnetico. Spiegare perche', nonostante il sincrotrone sia un processo non termico, ha senso determinare la temperatura di brillanza.

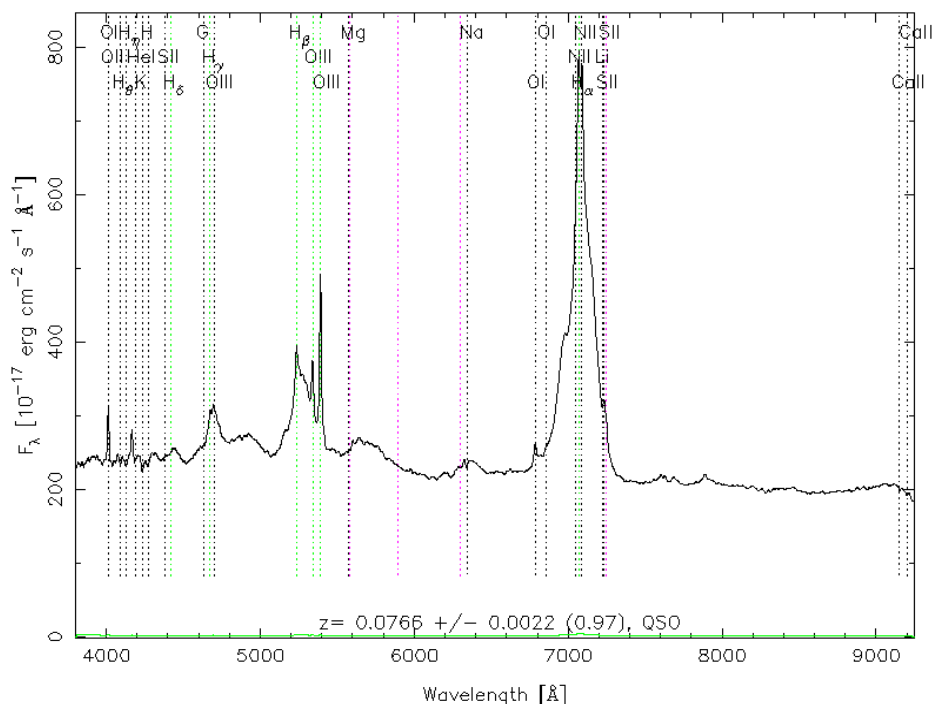
Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 09.06.2015

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

- Con il termine albedo, riferito ad una regione di spazio occupata dalla polvere, quale dei seguenti rapporti si intende? $Q_{\text{sca}}/Q_{\text{abs}}$, $Q_{\text{abs}}/Q_{\text{ext}}$ oppure $Q_{\text{sca}}/Q_{\text{ext}}$. Dare una definizione del termine Q.
In genere, i grani di polvere grandi nell'alone della nostra Galassia hanno una temperatura tipica di 30 K. Quali sono le λ o ν ottimali per osservare la loro distribuzione in cielo?
- Spiegare l'effetto Sunyaev-Zeldovich che si verifica negli ammassi di galassie. Dal punto di vista osservativo, come lo si misura?
- Una radiosorgente a 100 Mpc dalla Terra ha una struttura approssimabile con una sfera, di raggio r_0 e con un campo magnetico uniforme H_0 al tempo t_0 . Il suo spettro e' quello tipico di una emissione di sincrotrone autoassorbito. In seguito, la nube si espande adiabaticamente, ed al tempo t_1 il suo raggio e' raddoppiato rispetto al valore r_0 . Determinare quanto vale il campo magnetico H_1 al tempo t_1 in funzione del valore al tempo H_0 . Gli elettroni che prima emettevano a ν_0 , al tempo t_1 a quale frequenza emettono? Descrivere che conseguenze ha tale variazione sullo spettro di emissione della radiosorgente.
- Descrivere lo spettro ottico della radio galassia MKN668 (OQ208) tratto dalla Sloan Digitized Sky Survey (SDSS) e illustrato qui sotto. Spiegare come mai si possono trovare sia righe strette che righe larghe nello stesso oggetto.

RA=211.75167, DEC=28.45407, MJD=53793, Plate=2123, Fiber=443



E' possibile dire che esiste un continuo? E se si, da chi e' originato?

Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 03.09.2015

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

1. La radiosorgente OQ 208, posta ad una distanza di 100 Mpc dalla Terra, e' caratterizzata da uno spettro radio di sincrotrone il cui break e' osservabile a 2 mm. A questa lunghezza d'onda il flusso e' di 40 mJy. Sapendo che il campo magnetico della sorgente e' 10 mG, calcolare il fattore di Lorentz della popolazione di elettroni che emette a 2 mm. A che frequenza vengono riemessi gli stessi fotoni di 2mm nel caso vengano diffusi attraverso il processo di Synchrotron-Self Compton?
2. Descrivere in sintesi (es. 10-12 righe) il concetto di righe spettrali permesse, proibite e semiproibite
3. Una regione HII e' generata da una stella di tipo spettrale O. Si supponga che il volume sia omogeneamente occupata da un plasma di solo H, ad una temperatura uniforme pari a $T_{\text{HII}} = 2 \cdot 10^4$ K e con densita' numerica pari a $n_e = 10^2 \text{ cm}^{-3}$. Calcolare l'emissivita' specifica di bremsstrahlung, nonche' quella bolometrica (sempre per unita' di volume). Qualora venisse rimossa la stella O, dopo quanto tempo la regione non sarebbe piu' in grado di emettere?
4. Si descriva la curva di estinzione media in funzione della lunghezza d'onda (o meglio di λ^{-1}), la si disegni e si dica brevemente come in genere viene derivata. Si descrivano le principali caratteristiche della curva di estinzione media e si discutano le informazioni sulla polvere che da esse si ricavano.

Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 17.09.2015

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

1. Descrivere i processi di emissione e assorbimento che sono rilevanti nelle regioni di formazione stellare, e come viene modificata la SED di una ipotetica stella di classe A, come vista da terra.
2. Descrivere quali sono i meccanismi astrofisici alla base della produzione dei raggi cosmici e su quali ragionamenti vengono invocati
3. Il nucleo di una galassia a 500 Mpc da noi e' caratterizzato da emissione di sincrotrone. Sapendo che il suo flusso vale 3 Jy a 1.4 GHz e 500 mJy a 15 GHz, calcolare l'indice spettrale e la luminosita' tra queste due frequenze. A frequenze inferiori di 1.4 GHz lo spettro radio ha un crollo ed il flusso a 300 MHz e' soli 10 mJy. Spiegare perche' la diminuzione di flusso a basse frequenze non puo' essere imputabile all'autoassorbimento di sincrotrone e calcolare quanto dovrebbe essere il flusso a 300 MHz nel caso di puro autoassorbimento di sincrotrone.
4. Determinare il flusso a 500 nm di due stelle A e B di temperatura pari a 6000 K e 5000 K, una di raggio $R = 700000$ km e la seconda di raggio 500000 km, poste a distanza rispettivamente di 10 e 7 pc. Quale delle due apparirebbe piu' luminosa in cielo?

Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 14.01.2016

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

1. Due stelle in un sistema binario hanno magnitudini apparenti:

$$\begin{aligned}(m_B)_1 &= 18.2 & (m_B - m_V)_1 &= 0.5 \\ (m_B)_2 &= 19.6 & (m_B - m_V)_2 &= 0.7\end{aligned}$$

Trovare (per la stella 2 assumendo che la stella 1 non sia estinta):

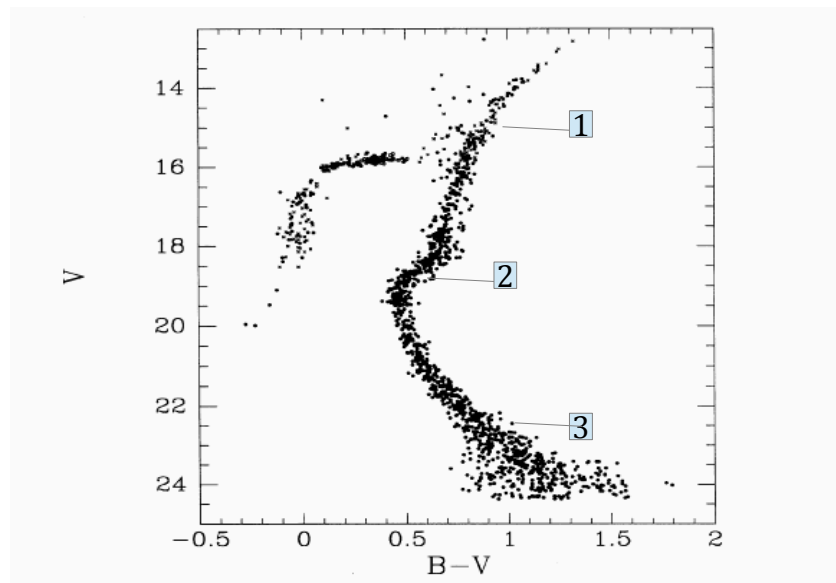
- a) Le estinzioni A_V e A_B .
- b) il rapporto tra l'estinzione totale e differenziale: R_V
2. Descrivere i processi fondamentali che avvengono nelle vicinanze di una stella di tipo spettrale O di recentissima formazione. In particolare si tracci una SED approssimativa, con relativi commenti.
3. Una regione sferica di raggio $R = 1\text{ pc}$, posta ad una distanza di 1 kpc , e' occupata da un plasma di solo idrogeno con una densita' omogenea di 10 cm^{-3} . Supponendo che si trovi ad una temperatura di 40000 K , determinare il flusso misurato a $\lambda = 1\text{ cm}$ e a $\lambda = 100\text{ nm}$.
4. Due radiosorgenti di sincrotrone A e B, sono caratterizzate dalla stessa luminosita' L e volume $V_A = c \cdot V_B$. Scrivere il campo magnetico di equipartizione della radiosorgente A, H_A , in funzione di quello della radiosorgente B, H_B .
Sapendo che i loro spettri hanno il break alla frequenza $\nu_A = (1/d) \cdot \nu_B$, determinare l'eta' radiativa degli elettroni della radiosorgente A, t_A , in funzione di quella della radiosorgente B, t_B .

Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 16.02.2016

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

1. L'emissione di sincrotrone di una radiogalassia posta a 300 Mpc dalla Terra e' caratterizzata da una legge di potenza con indice spettrale $\alpha = 0.75$. Sapendo che il flusso a 8.4 GHz e' 0.5 Jy, mentre quello osservato a 21 cm e' 1.6 Jy, calcolare quanto vale lo spessore ottico della nube di idrogeno neutro frapposta tra noi e la radiosorgente (si consideri il flusso della nube di HI trascurabile).
2. Spiegare come il diagramma colore-magnitudine di un ammasso globulare, come quello in figura, puo' essere utilizzato per stimare la temperatura superficiale delle stelle. In particolare, spiegare quali informazioni possono essere ricavate confrontando le stelle indicate dai numeri 1, 2 e 3.
3. Da osservazioni radio con interferometria intercontinentale (VLBI) un gruppo di astrofisici ha misurato le dimensioni di un resto di supernova posto ad una distanza di 20 Mpc in 0.01 mas (millesimi di secondo d'arco), dopo 1 mese dall'osservazione ottica dell'esplosione. L'osservazione e' stata ripetuta dopo 1 anno, e le dimensioni sono state nuovamente misurate, risultando pari a 0.45 mas. Stimare la velocita' con la quale si sta espandendo il resto di supernova.
4. Una delle caratteristiche dei grani di polvere interstellare e' la capacita' di polarizzare la radiazione che vi passa attraverso. Descrivere come avviene la polarizzazione (cosa succede alla luce intercettata e a quella che passa), da quale legge e' caratterizzata (si illustri anche graficamente) e quali sono le caratteristiche principali della legge di polarizzazione

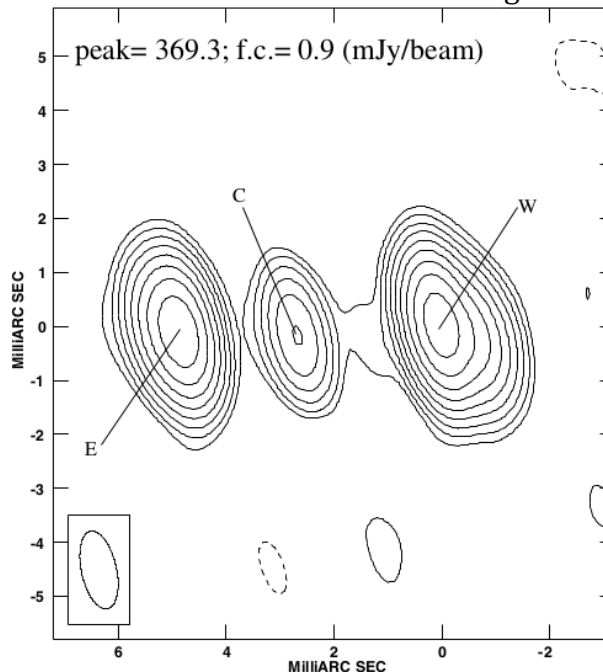


Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 12.04.2016

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

- Descrivere l'emissività di una nube di una regione HII di temperatura $T = 15000$ K, posta a 1 kpc di distanza e che occupa un volume sferico di 20 pc di diametro. Calcolarne il flusso a 10 GHz, 1 THz e a $5000 \text{ \AA}$.
- La radiosorgente PMN J1511+0518 (figura sotto), a una distanza di 377 Mpc dalla Terra, ha un'estensione lineare di 10 pc. Determinare l'età della sorgente sapendo che la sua velocità di espansione è costante e vale $0.1c$. Sapendo che la frequenza di break dello spettro di sincrotrone si trova a 5 GHz, determinare il campo magnetico della sorgente.
- Spiegare pregi e difetti dei meccanismi di accelerazione di Fermi nel mezzo interstellare e intergalattico (10-15 righe)
- Tre stelle identiche di sequenza principale e tipo spettrale A0 sono poste alla stessa distanza dal sole, pari a 1 kpc, e prive di moto proprio. La stella X ha una nube di HI a $T=1000$ K, in moto verso il sole frapposta. La stella Y ha una nube di polvere a $T=60$ K, in allontanamento dal sole. La stella Z non ha materiale lungo la linea di vista. Descrivere e spiegare le similarità e differenze negli spettri ottici e UV delle 3 stelle. Tracciare un grafico dei 3 spettri.

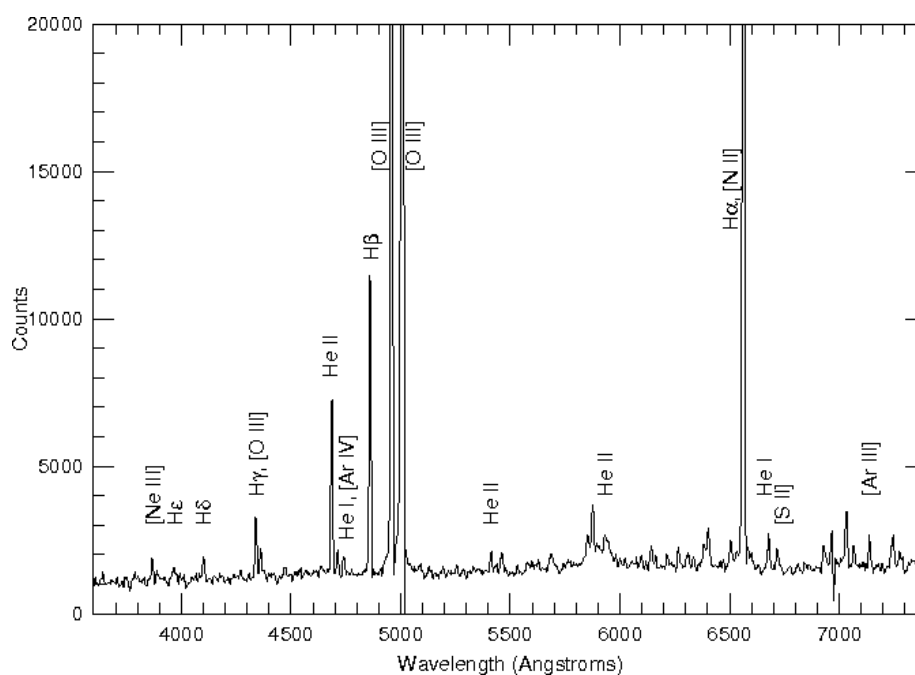


Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 16.02.2016

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

- Due radiosorgenti, A e B, si trovano in condizione di equipartizione, e le loro densita' di energia minima sono legate dalla relazione $u_A = 4 \cdot u_B$. Sapendo che entrambe le radiosorgenti si trovano in equilibrio di pressione col mezzo esterno, e che le velocita' di espansione v_A e v_B delle radiosorgenti A e B, rispettivamente, sono legate da $v_A = 0.5 \cdot v_B$, determinare la densita' del mezzo attorno alla radiosorgente A, ρ_A in funzione della densita' del mezzo attorno alla radiosorgente B, ρ_B .
- Le lunghezze d'onda UV, visuale e vicino infrarosso sono afflitte in maniera diversa dall'estinzione interstellare. L'estinzione dal sole al centro Galattico nella banda visuale (V: $0.55\mu\text{m}$) e' $A_V = 25\text{mag}$. Assumendo che l'estinzione sia omogenea lungo la linea di vista, calcolare:
 - l'estinzione in banda K nel vicino infrarosso a $2.2\mu\text{m}$ adottando la relazione universale per la polvere $A_K = 0.465 \cdot E(B-V)$, ricordando che per il mezzo interstellare diffuso vale $R_V = 3.1$
 - Quanto vale l'estinzione espressa come profondita' ottica τ_V and τ_K per le bande V e K
- Spiegare il significato fisico della terminologia di righe "semi-proibite" e/o "proibite". Qualora esse vengano osservate, come per esempio nelle nebulose planetarie (di cui un esempio in figura NGC7662), spiegarne l'interpretazione. Siamo in condizioni di equilibrio termico?
- Si consideri una nube di elettroni relativistici con una distribuzione in energia a legge di potenza con indice d. Quali sono differenze e/o simiglianze nella emissione che tale nube potrebbe avere
 - nei pressi della superficie di una stella di tipo O, priva di campo magnetico significativo
 - nello spazio intergalattico con un campo dell'intensita' di $5\mu\text{G}$
 - a breve distanza dalla superficie di una pulsar (10^{12}G)



Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 07.07.2016

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

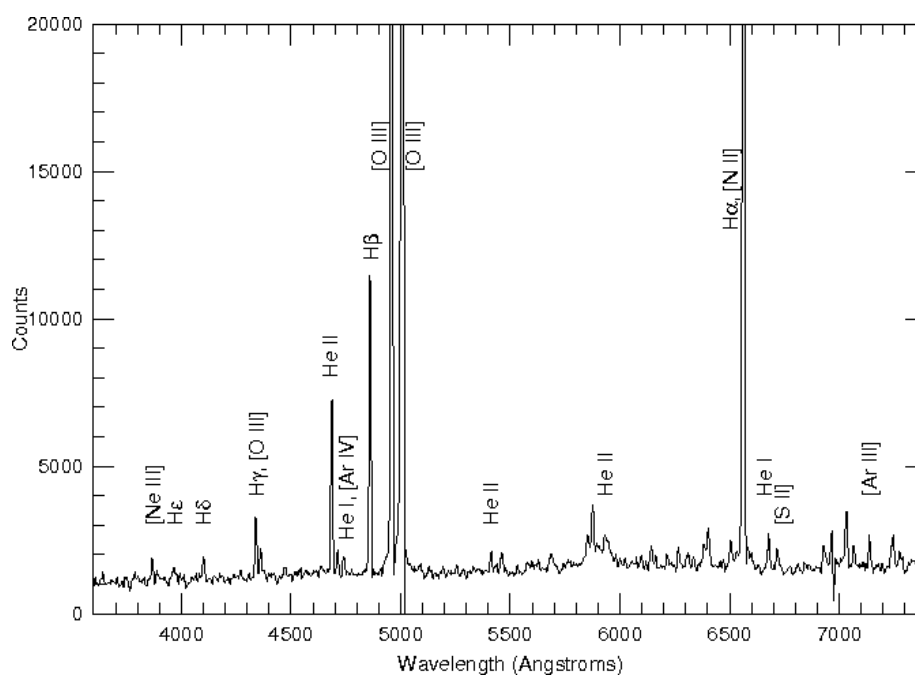
1. Si assuma che la radiogalassia 3C445 e il radio quasar 3C286 si trovano in condizione di equipartizione. La densita' di energia minima di 3C445 e' 4 volte quella di 3C286. Sapendo che entrambi gli oggetti sono in equilibrio di pressione col mezzo esterno ed hanno la stessa velocita' di espansione, determinare la densita' del mezzo attorno alla radio galassia 3C445, in funzione di quella attorno al radio quasar 3C286.
2. Sia dato un sistema binario posto a 80 pc ($1 \text{ pc} = 3.08 \cdot 10^{16} \text{ m}$) dalla terra e composto da due stelle separate da 400 UA ($1 \text{ UA} = 150\,000\,000 \text{ km}$) con temperatura effettiva di 3900 K. Una ha raggio pari a 0.2 raggi solari mentre l'altra ha il diametro pari a 200 volte quello del sole ($D=1400000 \text{ km}$). Stimare il colore (picco dell'emissione) di ogni stella, graficare le due planckiane e determinare se da Loiano, con un seeing di 2 arcsec si riescono a distinguere.
In ogni caso (si/no), indicare quali altri modi si puo' determinare che il sistema e' doppio.
3. In sintesi, si illustrino le principali caratteristiche della polvere interstellare (dimensioni, densita', abbondanza nell'ISM, distribuzione, ecc.) e quali sono gli effetti principali sulla radiazione che attraversa una nube di tale materiale.
Si tracci un unico grafico in cui si riportino lo spettro **intrinseco** della radiazione emessa da due stelle, una gigante blu (per esempio 20000 K) e una gigante rossa (4500 K) e come essi vengono modificati se la radiazione delle medesime sorgenti luminose attraversa una nube di polvere.
4. Una regione sferica di 10 pc di diametro, posta a 3.0 kpc dalla Terra, e' omogeneamente riempita da plasma termico, (regione HII) con una densita' numerica $n_e = 10 \text{ cm}^{-3}$. Supponendo che tale plasma sia all'equilibrio termico, con una temperatura di 16000 K, determinare quanto vale il flusso misurato da un radiotelescopio alla $\lambda=2 \text{ cm}$, da ALMA a $\lambda=1 \text{ mm}$, da Loiano a $\lambda=500 \text{ nm}$, e da un satellite in orbita (per esempio Chandra), sensibile ai raggi X con energie tra 0.2 e 10 keV.

Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 16.02.2016

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

- Due radiosorgenti, A e B, si trovano in condizione di equipartizione, e le loro densita' di energia minima sono legate dalla relazione $u_A = 4 \cdot u_B$. Sapendo che entrambe le radiosorgenti si trovano in equilibrio di pressione col mezzo esterno, e che le velocita' di espansione v_A e v_B delle radiosorgenti A e B, rispettivamente, sono legate da $v_A = 0.5 \cdot v_B$, determinare la densita' del mezzo attorno alla radiosorgente A, ρ_A in funzione della densita' del mezzo attorno alla radiosorgente B, ρ_B .
- Le lunghezze d'onda UV, visuale e vicino infrarosso sono afflitte in maniera diversa dall'estinzione interstellare. L'estinzione dal sole al centro Galattico nella banda visuale (V: $0.55\mu\text{m}$) e' $A_V = 25\text{mag}$. Assumendo che l'estinzione sia omogenea lungo la linea di vista, calcolare:
 - l'estinzione in banda K nel vicino infrarosso a $2.2\mu\text{m}$ adottando la relazione universale per la polvere $A_K = 0.465 \cdot E(B-V)$, ricordando che per il mezzo interstellare diffuso vale $R_V = 3.1$
 - Quanto vale l'estinzione espressa come profondita' ottica τ_V and τ_K per le bande V e K
- Spiegare il significato fisico della terminologia di righe "semi-proibite" e/o "proibite". Qualora esse vengano osservate, come per esempio nelle nebulose planetarie (di cui un esempio in figura NGC7662), spiegarne l'interpretazione. Siamo in condizioni di equilibrio termico?
- Si consideri una nube di elettroni relativistici con una distribuzione in energia a legge di potenza con indice d. Quali sono differenze e/o simiglianze nella emissione che tale nube potrebbe avere
 - nei pressi della superficie di una stella di tipo O, priva di campo magnetico significativo
 - nello spazio intergalattico con un campo dell'intensita' di $5\mu\text{G}$
 - a breve distanza dalla superficie di una pulsar (10^{12}G)

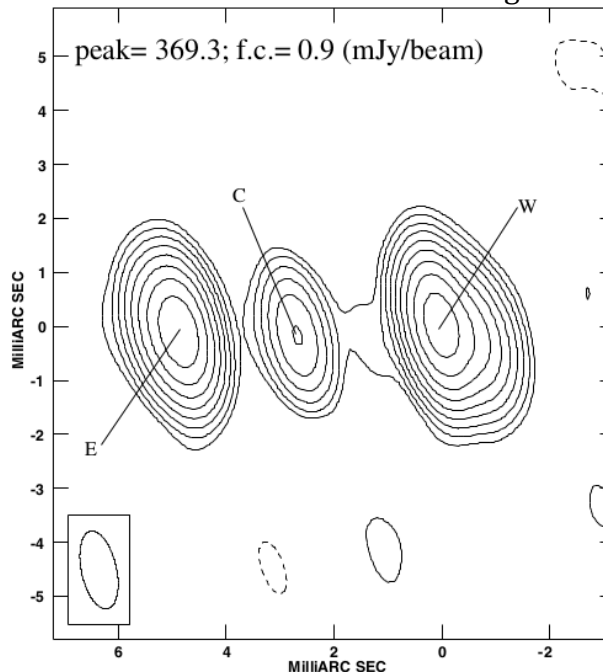


Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 12.04.2016

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

- Descrivere l'emissività di una nube di una regione HII di temperatura $T = 15000$ K, posta a 1 kpc di distanza e che occupa un volume sferico di 20 pc di diametro. Calcolarne il flusso a 10 GHz, 1 THz e a $5000 \text{ \AA}$.
- La radiosorgente PMN J1511+0518 (figura sotto), a una distanza di 377 Mpc dalla Terra, ha un'estensione lineare di 10 pc. Determinare l'età della sorgente sapendo che la sua velocità di espansione è costante e vale $0.1c$. Sapendo che la frequenza di break dello spettro di sincrotrone si trova a 5 GHz, determinare il campo magnetico della sorgente.
- Spiegare pregi e difetti dei meccanismi di accelerazione di Fermi nel mezzo interstellare e intergalattico (10-15 righe)
- Tre stelle identiche di sequenza principale e tipo spettrale A0 sono poste alla stessa distanza dal sole, pari a 1 kpc, e prive di moto proprio. La stella X ha una nube di HI a $T=1000$ K, in moto verso il sole frapposta. La stella Y ha una nube di polvere a $T=60$ K, in allontanamento dal sole. La stella Z non ha materiale lungo la linea di vista. Descrivere e spiegare le similarità e differenze negli spettri ottici e UV delle 3 stelle. Tracciare un grafico dei 3 spettri.

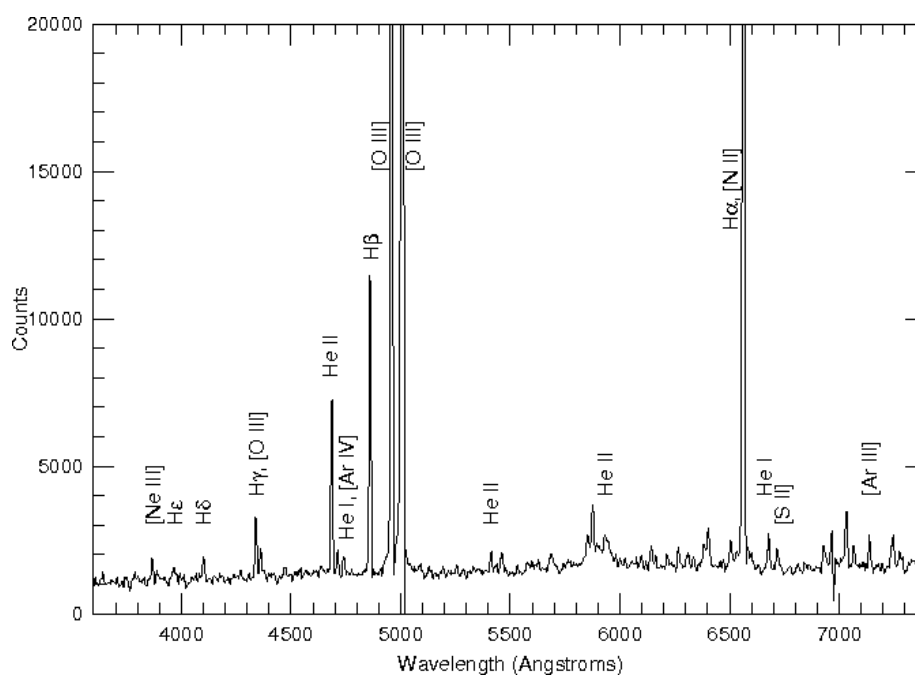


Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 16.02.2016

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

- Due radiosorgenti, A e B, si trovano in condizione di equipartizione, e le loro densita' di energia minima sono legate dalla relazione $u_A = 4 \cdot u_B$. Sapendo che entrambe le radiosorgenti si trovano in equilibrio di pressione col mezzo esterno, e che le velocita' di espansione v_A e v_B delle radiosorgenti A e B, rispettivamente, sono legate da $v_A = 0.5 \cdot v_B$, determinare la densita' del mezzo attorno alla radiosorgente A, ρ_A in funzione della densita' del mezzo attorno alla radiosorgente B, ρ_B .
- Le lunghezze d'onda UV, visuale e vicino infrarosso sono afflitte in maniera diversa dall'estinzione interstellare. L'estinzione dal sole al centro Galattico nella banda visuale (V: $0.55\mu\text{m}$) e' $A_V = 25\text{mag}$. Assumendo che l'estinzione sia omogenea lungo la linea di vista, calcolare:
 - l'estinzione in banda K nel vicino infrarosso a $2.2\mu\text{m}$ adottando la relazione universale per la polvere $A_K = 0.465 \cdot E(B-V)$, ricordando che per il mezzo interstellare diffuso vale $R_V = 3.1$
 - Quanto vale l'estinzione espressa come profondita' ottica τ_V and τ_K per le bande V e K
- Spiegare il significato fisico della terminologia di righe "semi-proibite" e/o "proibite". Qualora esse vengano osservate, come per esempio nelle nebulose planetarie (di cui un esempio in figura NGC7662), spiegarne l'interpretazione. Siamo in condizioni di equilibrio termico?
- Si consideri una nube di elettroni relativistici con una distribuzione in energia a legge di potenza con indice d. Quali sono differenze e/o simiglianze nella emissione che tale nube potrebbe avere
 - nei pressi della superficie di una stella di tipo O, priva di campo magnetico significativo
 - nello spazio intergalattico con un campo dell'intensita' di $5\mu\text{G}$
 - a breve distanza dalla superficie di una pulsar (10^{12}G)



Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 07.07.2016

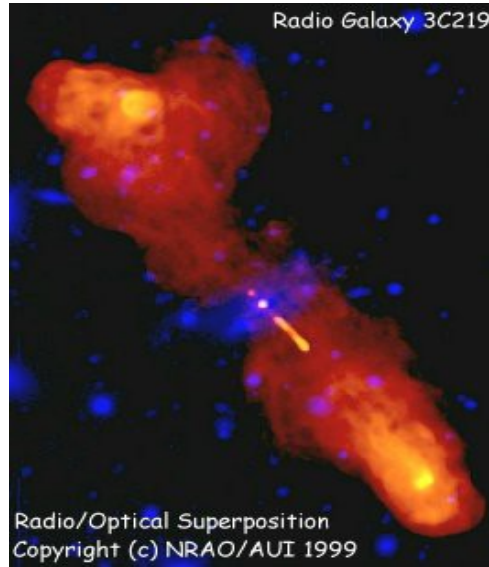
Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

1. Si assuma che la radiogalassia 3C445 e il radio quasar 3C286 si trovano in condizione di equipartizione. La densita' di energia minima di 3C445 e' 4 volte quella di 3C286. Sapendo che entrambi gli oggetti sono in equilibrio di pressione col mezzo esterno ed hanno la stessa velocita' di espansione, determinare la densita' del mezzo attorno alla radio galassia 3C445, in funzione di quella attorno al radio quasar 3C286.
2. Sia dato un sistema binario posto a 80 pc ($1 \text{ pc} = 3.08 \cdot 10^{16} \text{ m}$) dalla terra e composto da due stelle separate da 400 UA ($1 \text{ UA} = 150\,000\,000 \text{ km}$) con temperatura effettiva di 3900 K. Una ha raggio pari a 0.2 raggi solari mentre l'altra ha il diametro pari a 200 volte quello del sole ($D=1400000 \text{ km}$). Stimare il colore (picco dell'emissione) di ogni stella, graficare le due planckiane e determinare se da Loiano, con un seeing di 2 arcsec si riescono a distinguere.
In ogni caso (si/no), indicare quali altri modi si puo' determinare che il sistema e' doppio.
3. In sintesi, si illustrino le principali caratteristiche della polvere interstellare (dimensioni, densita', abbondanza nell'ISM, distribuzione, ecc.) e quali sono gli effetti principali sulla radiazione che attraversa una nube di tale materiale.
Si tracci un unico grafico in cui si riportino lo spettro **intrinseco** della radiazione emessa da due stelle, una gigante blu (per esempio 20000 K) e una gigante rossa (4500 K) e come essi vengono modificati se la radiazione delle medesime sorgenti luminose attraversa una nube di polvere.
4. Una regione sferica di 10 pc di diametro, posta a 3.0 kpc dalla Terra, e' omogeneamente riempita da plasma termico, (regione HII) con una densita' numerica $n_e = 10 \text{ cm}^{-3}$. Supponendo che tale plasma sia all'equilibrio termico, con una temperatura di 16000 K, determinare quanto vale il flusso misurato da un radiotelescopio alla $\lambda=2 \text{ cm}$, da ALMA a $\lambda=1 \text{ mm}$, da Loiano a $\lambda=500 \text{ nm}$, e da un satellite in orbita (per esempio Chandra), sensibile ai raggi X con energie tra 0.2 e 10 keV.

Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 14.11.2016

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU



1. Si consideri la radiosorgente 3C219 in figura, il cui flusso a 1.4 GHz e' di 8.0 Jy ($1 \text{ Jy} = 10^{-26} \text{ W Hz}^{-1} \text{ m}^{-2}$). Sapendo che le dimensioni angolari (l'emissione radio e' quella rossa e gialla) sono circa 200×70 arcsec (asse maggiore e minore di un ellissoide) e che si trova ad una distanza di circa 800 Mpc, si calcolino le quantita' fisiche corrispondenti alle condizioni di minima energia. Nel caso siano utili, si consideri un indice spettrale pari a 0.8, una polarizzazione frazionaria di 0.15 (cioe' 15%). Si suggerisce di utilizzare la luminosita' monocromatica, anche se si puo' usare quella bolometrica.
2. Descrivere le caratteristiche principali dei raggi cosmici, da collegare con altri argomenti affrontati nel corso.
3. Una stella O0 a 80 pc da noi emette radiazione ultravioletta. Si supponga che il flusso ricevuto sulla terra e' attenuato di un fattore 1000 dalla polvere presente lungo la linea di vista. Derivare:
a) l'estinzione totale in banda UV b) la profondita' ottica media della polvere lungo la linea di vista
c) l'estinzione media lungo la linea di vista (in mag/kpc) d) la magnitudine assoluta della stella, se la sua magnitudine apparente e' pari a 8
4. Al tempo $t=0$, viene generata una nube sferica di plasma termico, alla temperatura di 10^4 K e densita' $n_c=10 \text{ cm}^{-3}$. Essa si viene a trovare in una zona di materia interstellare neutra alla temperatura di 10^3 K e densita' $n_{\text{SM}}=10 \text{ cm}^{-3}$. Per semplicita', si consideri la presenza di solo idrogeno. Come si distinguono i due fluidi dal punto di vista osservativo (si faccia riferimento allo spettro a multifrequenza)? Come avviene l'interazione tra i due, e quali fenomeni fisici sono rilevanti? Come puo' evolvere il sistema a partire da questa condizione iniziale?

Processi di Radiazione & MHD

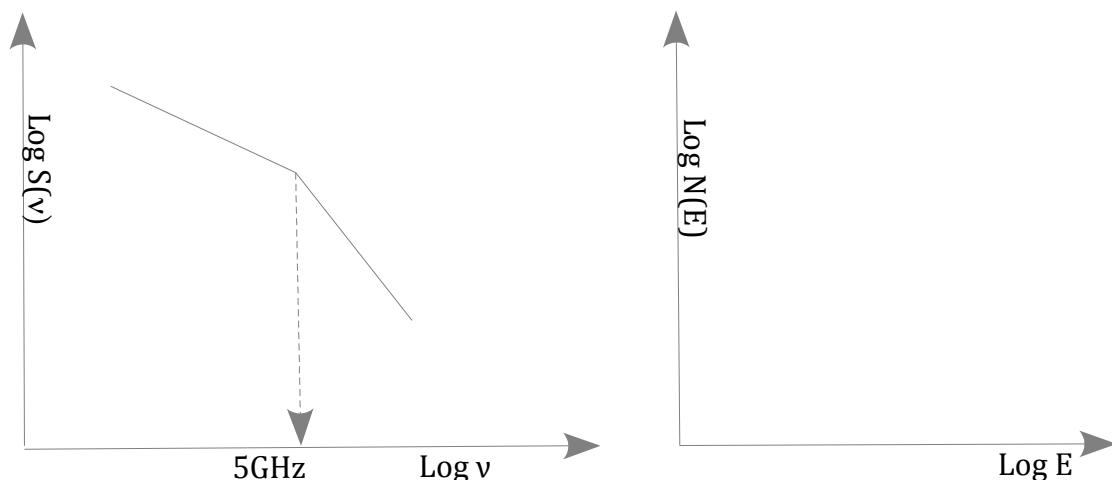
Prova di ammissione all'esame riformato del 10.01.2017

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

- L'emissione radio proveniente da una radiosorgente posta a 15 Mpc dalla Terra e' prodotta da particelle relativistiche che interagiscono con un campo magnetico di 0.1 mG. Lo spettro e' indicato in figura e presenta una frequenza di break a 5 GHz ed un flusso a tale frequenza di 250 mJy. Dopo questa frequenza lo spettro e' ancora una legge di potenza con il caratteristico irripidimento dovuto alle perdite per sincrotrone.
Sapendo che a 8.4 GHz il flusso vale 130 mJy, determinare quanto vale l'esponente δ della distribuzione in energia ($N(E) = N_0 E^{-\delta}$) delle particelle che originano la legge di potenza dello spettro osservato a frequenze inferiori di quella di break. Quanto vale lo stesso esponente a frequenze superiori? A quale energia degli elettroni corrisponde il break nello spettro?
- Calcolare il flusso a 10 GHz che misurerebbe un radio telescopio di una regione HII di 1 pc di raggio e posta a 1 kpc di distanza, omogeneamente occupata da un plasma termico di puro idrogeno alla temperatura di 16000 K, e con densita' numerica $n_e = n_p = 10 \text{ cm}^{-3}$. Si assuma il fattore di Gaunt pari a 10. Se possibile, determinare anche il tempo di cooling. Si trascurino completamente processi quali la ricombinazione.
- Descrivere quali sono le principali caratteristiche MHD che contraddistinguono un plasma magnetizzato. In particolare si possono discutere le proprieta' a partire da un esempio (astro)fisico.
- In riferimento alla curva di estinzione, si disegni in un grafico una curva di estinzione media e se ne descrivano le principali caratteristiche, comuni a tutte le curve di estinzione.
Si descriva la grandezza R_V .
Si disegni successivamente, per confronto (nello stesso grafico):
1) una curva di estinzione corrispondente a valore di R_V inferiore a quello considerato per la curva media
2) una curva di estinzione corrispondente a valore di R_V superiore a quello considerato per la curva media

=====

Figura per esercizio 1:

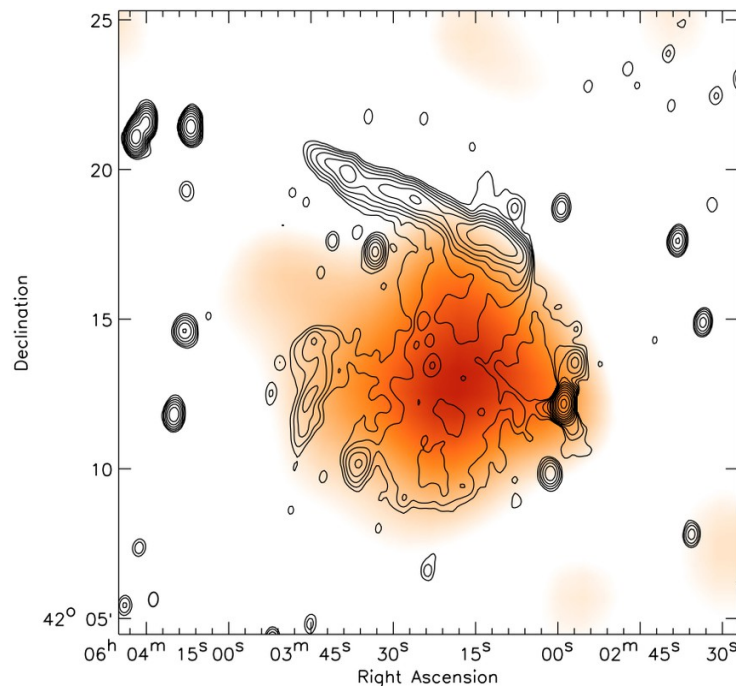


Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 06.06.2017

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

- Descrivere (~15 righe) quali sono le principali componenti che devono essere considerate per determinare l'energetica di un plasma magnetizzato, come l'intra-cluster medium negli ammassi di galassie, di cui e' possibile vedere un esempio nella figura sotto, ottenuta da osservazioni con un satellite X (toni di grigio. I contorni rappresentano l'emissione radio). Se possibile, indicare anche come si possono valutare tali componenti.



- La stella 10Lac, ha una magnitudine apparente di 4.9m, raggio $R^* = 8.3 R_{\odot}$, temperatura effettiva $T = 36000$ K, massa $M^* = 27 M_{\odot}$, e si trova ad una distanza di 700 pc. Quale e' la sua luminosita' monocromatica L^* a 5000 A ($\nu = 6 \times 10^{14}$ Hz) in unita' di luminosita' solari $L_{\odot}$?
- L'emissione radio di una galassia spirale come la Via Lattea e' dovuta sia a radiazione di sincrotrone prodotta principalmente dai raggi cosmici e dai resti di supernova, sia a bremsstrahlung termica prodotta da regioni di formazione stellare. A frequenze < 1 GHz l'emissione termica e' autoassorbita e il suo flusso e' quindi trascurabile. Sapendo che a 12 GHz l'emissione radio (termico + non termico) vale 0.65 Jy e che l'emissione di sincrotrone ha un indice spettrale di 0.9 e che a 320 MHz il suo flusso vale 15 Jy, determinare il contributo dell'emissione termica a 12 GHz.
- L'ISM contiene sia gas sia grani di polvere. Assumendo grani sferici di raggio $a = 0.1 \mu\text{m}$ e densita' in massa dei singoli grani $\rho_d = 1 \text{ g/cm}^3$

Si trovi l'espressione per la profondita' ottica verso il centro di una nube di raggio $R = 1$ pc, se il gas-to-dust mass ratio (rapporto in massa tra gas e polvere in un medesimo volume) e' $\Psi = M_g/M_d = 10^{-3}$

Se ne determini il valore: dati $Q_{\text{ext}} = 1$ e $n_H = 10^2$

(n_H e' la densita' numerica degli atomi di idrogeno)

Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 04.07.2017

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

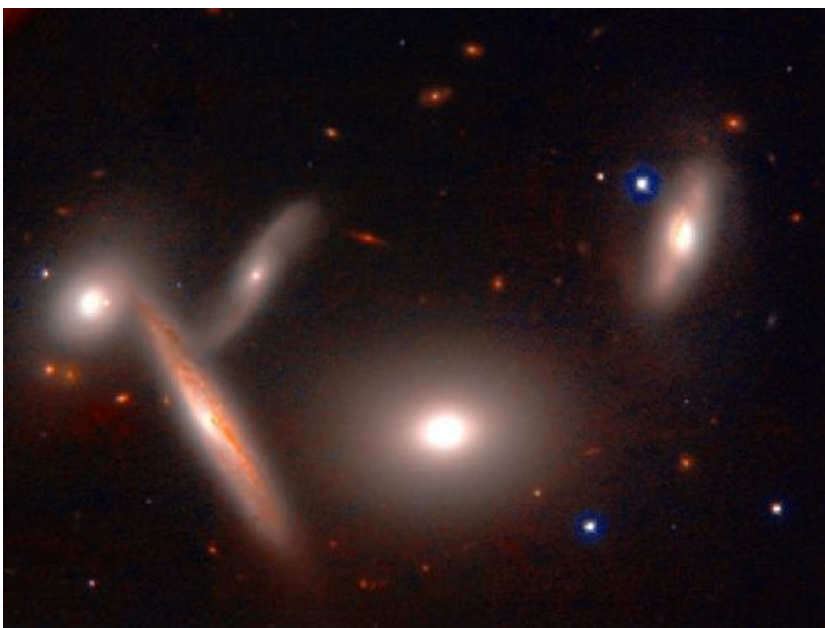
1. La stella di classe A9 Thabit (upsilon Orionis) ha una magnitudine UV di 8.0 mag e si trova ad una distanza di 900 pc dalla terra. Il suo flusso UV giunge attenuato di un fattore 10000 dalla polvere che la radiazione incontra lungo la linea di vista. Calcolare l'estinzione totale in banda UV, l'opacita' media lungo la linea di vista originata dalla polvere, l'estinzione media lungo la linea di vista (in mag/kpc) e, infine, la magnitudine assoluta della stella.
2. Descrivere i processi astrofisici principali che sono rilevanti nei resti di supernova, evidenziando, in particolare, quali osservazioni aiutano nella loro valutazione
3. Una radiosorgente a 20 Mpc dalla Terra e' caratterizzata da emissione di sincrotrone. Sapendo che il suo flusso a 21 cm e' di 700 mJy, mentre a 6 cm il suo flusso vale 300 mJy, calcolare l'indice spettrale tra queste due lunghezze d'onda. Tra noi e la radiosorgente, ad una distanza di 10 Mpc, si trova una nube di idrogeno neutro caratterizzata da massa $10^9 M_{\odot}$, larghezza di riga di 100 km s^{-1} , temperatura di spin $T_s=100 \text{ K}$, e densita' di colonna di $2 \cdot 10^{21} \text{ atomi cm}^{-2}$. Quanto vale il flusso osservato a 21 cm del sistema radiosorgente piu' nube? E a 6 cm? Si trascuri l'autoassorbimento della nube.
4. Descrivere quali sono i processi di fondamentali che avvengono nelle atmosfere stellari, e come siamo in grado di studiarli ed interpretarli, determinandone alcune misure di grandezze fisiche.

Processi di Radiazione & MHD

Prova di ammissione all'esame riformato del 01.09.2017

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

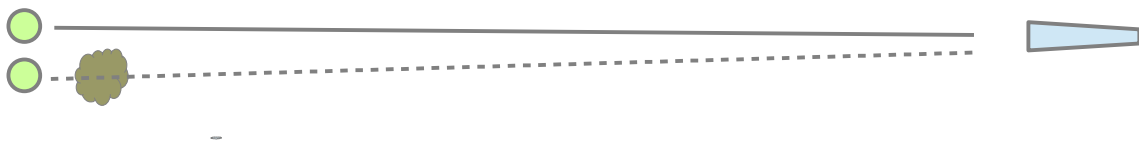
1. Descrivere sinteticamente quali sono gli ingredienti e i processi astrofisici rilevanti legati alla “rotazione di Faraday”. In particolare si descriva anche come e' possibile misurare la Rotation Measure (RM). Si faccia riferimento a qualche oggetto astrofisico.
2. Due stelle formano un sistema doppio apparente. La piu' vicina (V) e' una nana rossa con $T \sim 3750$ K e raggio $R_V = 0.75 R_\odot$, posta a 10 pc. Quella lontana (L) e' una gigante rossa con la stessa temperatura e raggio $R_L = 30 R_\odot$, posta 500 pc. Il sistema sara' osservato dallo Square Kilometre Array a 10 GHz quando sara' operativo. Quale delle due stelle **apparira'** la piu' “brillante” (A) del sistema? Se vi fosse anche una stella di sequenza principale, con le stesse caratteristiche del sole ($T \sim 6000$ K) alla stessa distanza di L, sarebbe la piu' brillante di un eventuale sistema triplo?
3. Una radiosorgente omogenea e compatta situata nell'Universo vicino ($z \sim 0$), risulta puntiforme alla risoluzione del secondo d'arco. Osservazioni con interferometria intercontinentale rivelano che ha dimensioni 4×3 millesimi di secondo d'arco. Lo spettro radio presenta un picco a 5 GHz di 500.0 mJy, mentre a 1.4 GHz, il flusso risulta essere 10.0 mJy. Si puo' ragionevolmente stimare il campo magnetico (cioe' esplicitare in quali condizioni lo si puo' fare) e, se si, quanto viene? Quali altri fenomeni possono avere un ruolo nel modificare lo spettro a legge di potenza tipico del sincrotrone?
4. L'immagine sotto riportata rappresenta il gruppo di galassie HCG (Hickson Compact Group) 40, formato da una lenticolare, una ellittica e tre spirali. Schematizzare (fare un disegno) nei vari tipi di galassie quali fasi dell'ISM si trovano e dove sono tipicamente localizzate. Specificare anche quali sono le condizioni fisiche di tali fasi e quali processi radiativi sono responsabili dei fotoni che riceviamo da ognuna di esse (le fasi)



Processi di Radiazione e MHD
Prova scritta del 10.11.2017

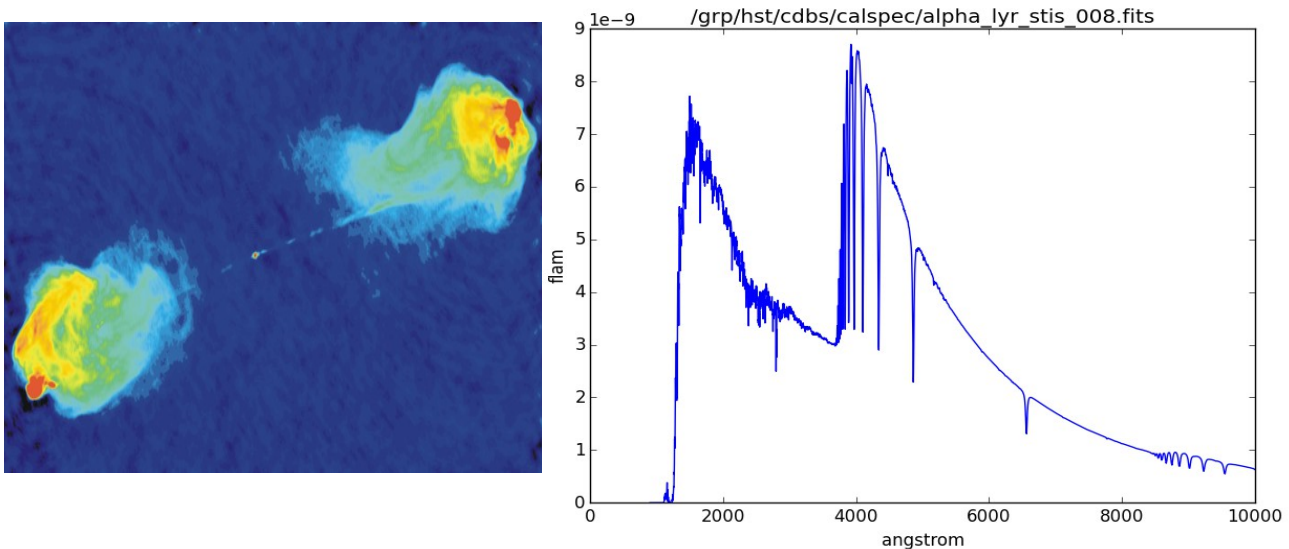
Nome	Cognome

1. Si consideri una galassia a spirale come la nostra. Schematizzare (= fare figura) quali sono le fasi del mezzo interstellare presenti, nonché la loro distribuzione tipica. Evidenziare come tali fasi sono osservabili (e in quale/i banda/e dello spettro elettromagnetico). Tracciare infine una SED nella quale compaiono i vari contributi.
2. Una regione HII è generata da una stella di tipo spettrale O. Si supponga che il volume sferico (raggio pari a 1 pc) sia omogeneamente occupato da un plasma di solo H, ad una temperatura uniforme pari a $T_{\text{HII}} = 1.6 \times 10^4 \text{ K}$ e con densità numerica pari a $n_e = 10 \text{ cm}^{-3}$. Calcolare l'emissività specifica di bremsstrahlung, nonché quella bolometrica (sempre per unità di volume). Qualora venisse rimossa la stella O, dopo quanto tempo la regione non sarebbe più in grado di emettere? Se tale regione si trovasse ad una distanza di 250 pc, quale sarebbe il flusso osservato da un radiotelescopio a 10 GHz (si supponga che l'emissione sia già otticamente sottile a questa frequenza)
3. I lobi della radiogalassia 3C 31, posta a circa 70 Mpc dalla Terra, hanno un campo magnetico di equipartizione di 0.2 microGauss. Quale Lorentz factor, gamma, devono avere gli elettroni ultrarelativistici per emettere radiazione di sincrotrone a 10 GHz? Se i fotoni radio alla frequenza di 10 GHz venissero poi diffusi dagli stessi elettroni attraverso il Synchrotron-Self Compton, a quale lunghezza d'onda vengono a trovarsi dopo tale processo (cioè in quale banda dello spettro elettromagnetico corrisponde)? Se il flusso a 10 GHz fosse di 1 Jy, quale sarebbe la luminosità monocromatica?
4. Due stelle identiche (tipo spettrale, massa, luminosità, etc.) formano un sistema binario abbastanza anomalo. Esse hanno magnitudini apparenti: $(m_B)_1 = 17.6$ e $(m_B)_2 = 18.4$. Si conoscano anche gli indici di colore $(m_B - m_V)_1 = 0.4$ e $(m_B - m_V)_2 = 0.8$. Supponendo che la stella 1 non sia estinta, determinare per la stella 2 le estinzioni A_V e A_B e il rapporto tra l'estinzione totale e differenziale R_V



Nome	Cognome

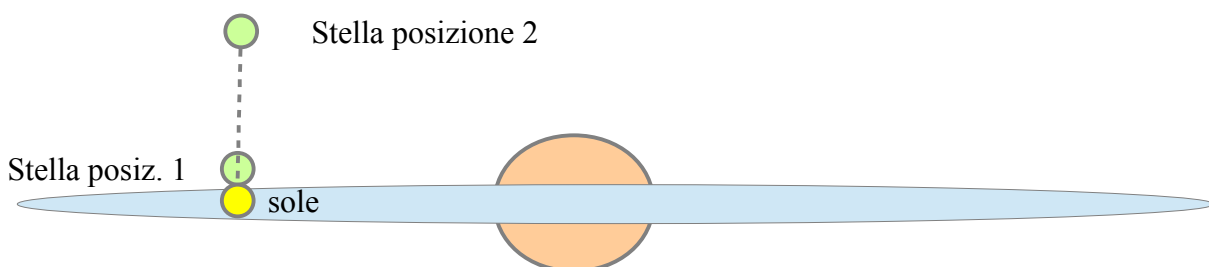
1. Descrivere sommariamente quali sono gli effetti pratici dei plasmi magnetizzati sulla propagazione delle onde elettromagnetiche, e **come** da essi si possono determinare alcune grandezze (definire quali) dei plasmi stessi. Se vi fosse una sorgente di radiazione a spettro piatto dal centro della nostra galassia con flusso misurabile nei pressi del sistema solare pari a 1 mJy, determinare quali sono i flussi misurabili sulla superficie della terra a 1 kHz, 1 MHz, 1 GHz e 1 THz.



2. Quali sono le features principali riconoscibili sullo spettro ottico della stella Vega qui illustrato? Interpretare in termini di coefficienti di Einstein e di equazione del trasporto radiativo.

3. I lobi della radiogalassia Cygnus A, posta a circa 230 Mpc dalla Terra, hanno un campo magnetico medio di equipartizione di 5 microGauss. Quale Lorentz factor, gamma, devono avere gli elettroni ultrarelativistici per emettere radiazione di sincrotrone a 10 GHz? Se il flusso a 10 GHz fosse di 150 Jy, quale sarebbe la luminosità monocolore? Se i fotoni radio alla frequenza di 10 GHz venissero poi diffusi dagli stessi elettroni via Synchrotron-Self Compton, a quale lunghezza d'onda verrebbero a trovarsi dopo tale processo (e in quale banda dello spettro elettromagnetico)?

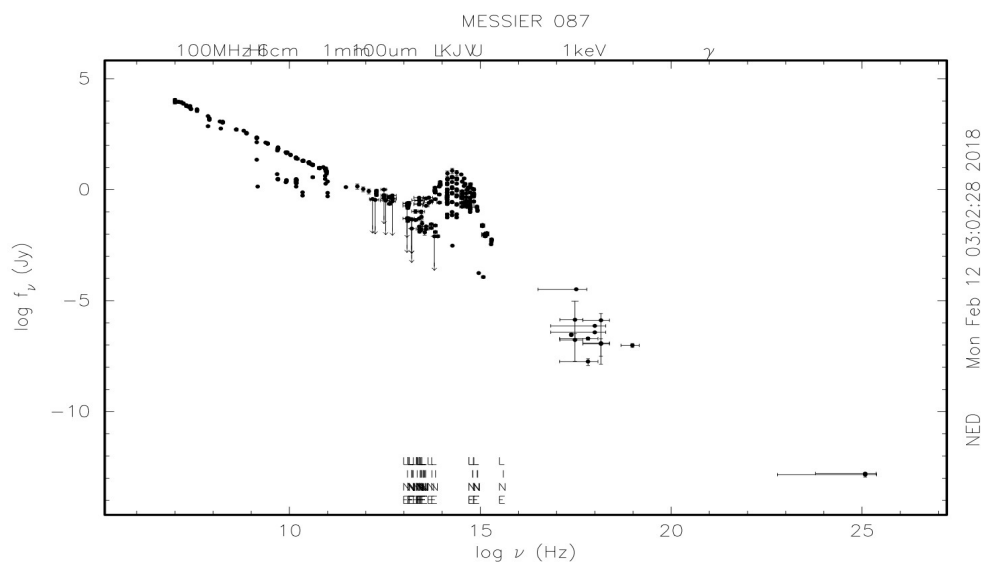
4. Una stella di magnitudine apparente 2.0 è a 1500 pc dalla terra, perpendicolarmente al disco della nostra galassia, e quindi al bordo dello stesso. Se l'assorbimento interstellare medio risulta pari a 2.5 mag/kpc, determinare la magnitudine assoluta della stella. Se la magnitudine della stella fosse 6.0, essa si troverebbe nell'alone galattico, il cui contributo ulteriore all'estinzione si assuma essere trascurabile. Determinare la distanza a cui si troverebbe la stella.



Nome	Cognome

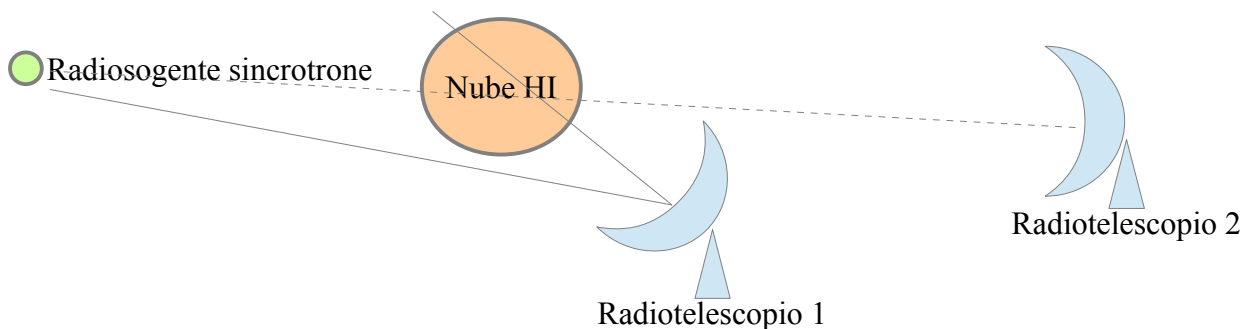
1. Un volta identificato sotto quale forma e' presente, descrivere quali sono i principali meccanismi di perdita di energia degli elettroni relativistici di un plasma magnetizzato in ognuno dei casi seguenti. A. Lobi di una radiosorgente, lontano dalla galassia ospite; B. Mezzo interstellare di una galassia a spirale; C. Resto di supernova; D. Mezzo intergalattico negli ammassi di galassie

2. Bellatrix (γ Orionis) ha una magnitudine apparente B pari a $m_B = 1.74$. Sapendo che soffre leggermente per la presenza di polvere rappresentabile con $R_V = 1.0$ e $A_V = 0.1$, determinare la distanza della stella sapendo che la sua magnitudine assoluta e' $M_B = -2.72$



3. Descrivere la SED della radiogalassia M87, in termini di processi di emissione e loro contributo relativo, quando possono coesistere due o piu' processi. E' una galassia a spirale o ellittica?

4. Una radiosorgente galattica di sincrotrone, posta ad una distanza di 6 kpc ha un flusso di 0.80 Jy a 5.0 GHz. L'indice spettrale della distribuzione in energia degli elettroni vale $\delta = 2.4$. Un osservatore (radiotelescopio 1) vede tale radiosorgente a fianco di una nube omogenea sferica di idrogeno atomico (raggio pari a 30 pc, massa di 10^3 masse solari, posta ad una distanza di 5 kpc), mentre un'altro (radiotelescopio 2) vede la nube allineata con la radiosorgente. Determinare quanto vale il flusso misurato da entrambi i radiotelescopi a 20.8 cm, assumendo che la riga abbia un profilo rettangolare con una larghezza di 100 km/s, e che la densita' di colonna possa essere $N_H = 4 \times 10^{21} \text{ cm}^{-2}$ e la temperatura di spin sia pari a 100K. Qual'e' la densita' numerica dell'idrogeno nella nube?



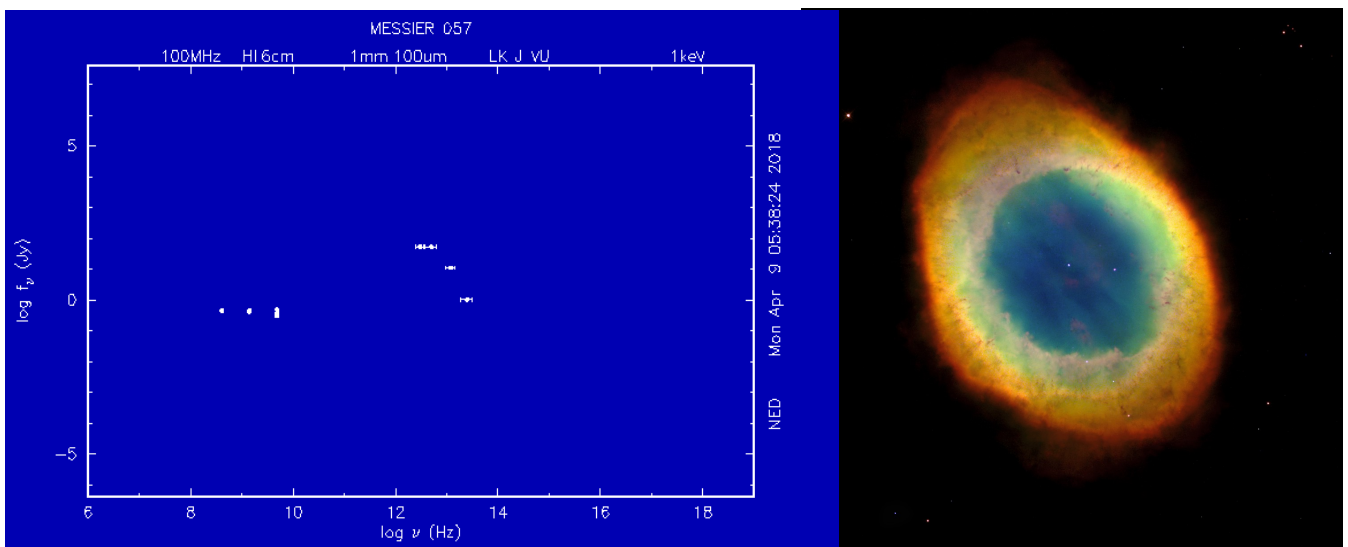
Processi di Radiazione e MHD

Prova scritta del 09.04.2018

Nome	Cognome

1. Una nube di plasma relativistico magnetizzato si trova ad una distanza di 10 Mpc dalla terra e a grande distanza da qualsiasi altro oggetto. Si supponga sia in equilibrio di pressione con il mezzo ambiente. Se il campo magnetico B è di 20 microgauss, determinare quale frazione dell'energia irradiata è emessa per sincrotrone. Quanto vale il fattore di Lorentz degli elettroni che emettono a 5 GHz? Come cambierebbero le risposte (se cambiano) qualora, invece, il campo fosse 6.56 microgauss?

2. Descrivere i processi principali connessi all'esplosione di una supernova. In particolare, se ne descriva la connessione con le osservazioni e quali informazioni se ne possono ricavare.



3. La nebulosa planetaria M57, conosciuta come Ring Nebula (a destra), ha un flusso a 5 GHz di 0.45 Jy e si trova ad una distanza di 700 pc. Determinarne la luminosita' monocromatica. E quale sarebbe a 20 cm? Quali sono i processi di emissione rilevanti per descrivere la SED (a sinistra). La SED e' completa o manca qualche informazione? Quali sono le sue dimensioni angolari, sapendo che misura 0.8 pc di diametro (si supponga sia sferica).

4. Una stella B2 a 120 pc emette radiazione UV che ci giunge attenuata di un fattore 2000 per via di materiale presente lungo la linea di vista. Se la sua magnitudine UV apparente e' di 14 mag, quale e' la magnitudine assoluta? Calcolare estinzione totale in UV, la profondita' ottica media e l'estinzione media (in mag/kpc) lungo la linea di vista.

Processi di Radiazione e MHD

Prova scritta del 11.06.2018

Nome	Cognome

1. Una nube omogenea di plasma magnetizzato (solo H) di spessore $L = 1$ kpc e densità $n_H = 10 \text{ cm}^{-3}$ si trova frapposta ($D_{\text{cloud}} = 500$ kpc) tra una sorgente di sincrotrone (a spettro piatto con flusso di 1 Jy a 5 GHz e posta a $D = 1$ Mpc) e l'osservatore a terra. Descrivere quali sono i possibili effetti sulla radiazione e quali sono effettivamente misurabili. Qual'è il flusso misurabile a 10 kHz, 1 MHz, 100 MHz e 1.4 GHz? Sarebbero diversi se l'osservatore si fosse posto sulla superficie della Luna?

2. Descrivere sinteticamente le principali caratteristiche dei raggi cosmici (proprietà astrofisiche, come si osservano, origine, etc.). Essi costituiscono un plasma? Si possono definire all'equilibrio termico?

3. La radiazione di una stella di luminosità $L = 1.2 \times 10^{34} \text{ erg/s}$ intercetta ad una distanza $d = 0.2$ pc, una nube di polvere otticamente spessa, che assorbe la luce della stella e, dopo essersi termalizzata, la riemette. Assumendo che la nube assorba la maggior parte della radiazione nell'UV ($\sim 3500 \text{ \AA}$) e la riemetta nel lontano infrarosso ($\sim 100 \text{ \mu m}$):
a.) si scriva l'equazione dell'equilibrio termico e la sua approssimazione utile per risolvere il problema;
b) si derivi la temperatura di equilibrio della nube in caso si abbia che il coefficiente di efficienza di assorbimento abbia andamento $\langle Q_{\text{abs}} \rangle \sim \lambda^{-2}$ e quello di emissione $\langle Q_{\text{em}} \rangle \sim \lambda^{-1.5}$.

4. Si considerino le seguenti stelle di cui sono forniti il raggio e la massa (in unità di masse solari) e la temperatura fotosferica:

Rigel (β Orionis), $R = 80$, $M = 23$, $T = 12000 \text{ K}$;

Proxima Centauri, $R = 0.14$, $M = 0.12$, $T = 3000 \text{ K}$;

Sole, $R = 1$, $M = 1$, $T = 6000 \text{ K}$;

Bellatrix, $R = 12$, $M = 8$, $T = 22000 \text{ K}$;

Sirius B: $R = 0.01$, $M = 1$, $T = 25000 \text{ K}$;

Betelgeuse: $R = 1000$, $M = 15$, $T = 3500 \text{ K}$.

Porre tali stelle in un diagramma HR, spiegare bene sia le grandezze sugli assi sia perché tali stelle occupano quella determinata posizione.

Processi di Radiazione & MHD
Prova di ammissione del 09.07.2018

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

1. Una nube sferica di solo H atomico con raggio 10 pc e' posta alla distanza di 3 kpc. La densita' omogenea vale $n_H = 5 \text{ cm}^{-3}$ mentre la temperatura e' di 10^3 K . Calcolarne il flusso a 1.4 GHz e la temperatura di brillanza, assumendo che l'emissione sia otticamente sottile.
2. Si descrivano in sintesi le proprieta' fondamentali della polvere interstellare e gli effetti che essa produce su una stella di tipo O appena formata all'interno di una nube molecolare gigante. Si faccia uso di grafici, quando opportuno, per rendere piu' efficace la risposta.
3. Quali sono le modalita' con le quali una nube di plasma relativistico puo' perdere energia? Per ognuna, indicare gli ingredienti necessari, gli effetti sulle caratteristiche della nube e qualche parola di commento.
4. Calcolare il flusso, la magnitudine apparente ed assoluta **a 6000A** ($5 \times 10^{14} \text{ Hz}$) di Betelgeuse, sapendo che in un determinato istante ha una $T = 3500 \text{ K}$, raggio pari a 1000 raggi solari, una densita' media di $2.2 \times 10^{-5} \text{ kg / m}^3$ e che si trovi ad una distanza di 190 pc.



Processi di Radiazione & MHD
Prova di ammissione del 18.09.2018

Cognome	Nome	Ordinamento	
		O 8 CFU	O 9 CFU

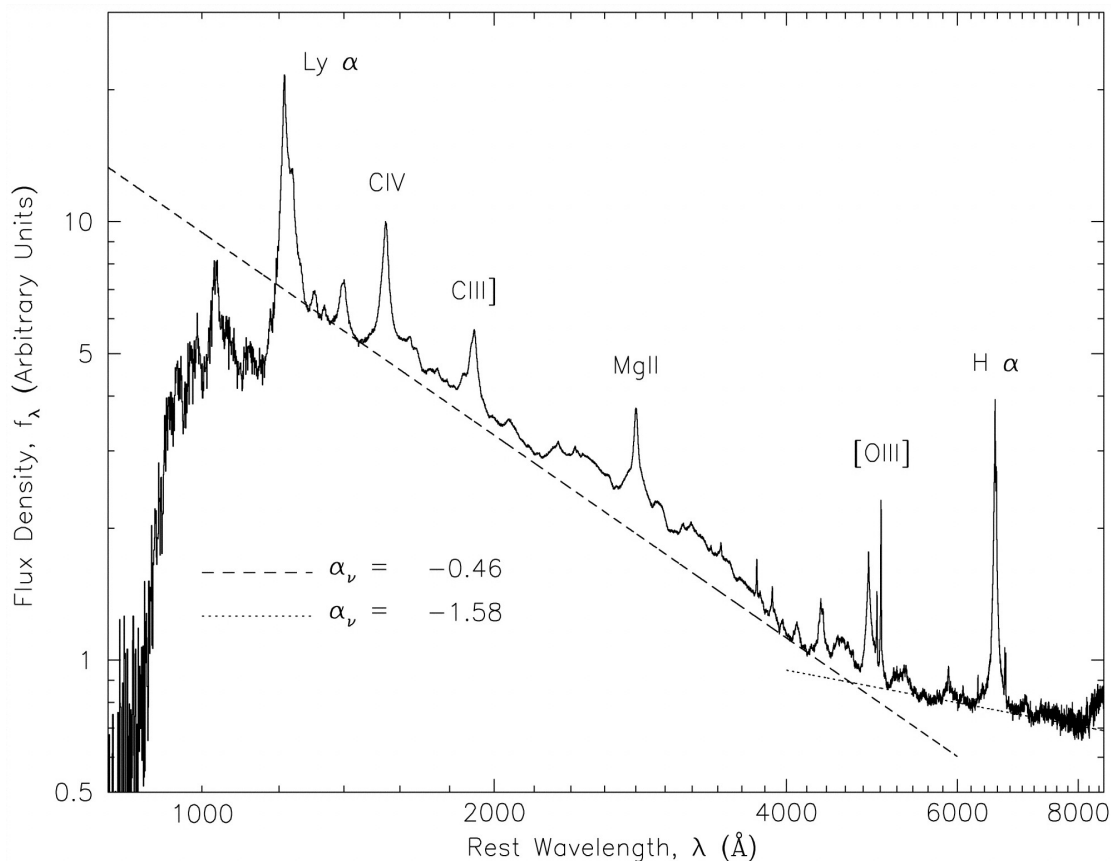
1. Descrivere sinteticamente quali metodi e quali condizioni astrofisiche permettono la misura o la stima dei campi magnetici (intensità e/o geometria)
2. Si considerino 3 stelle identiche, di classe A0, prive di moto proprio (radiale o trasversale) e poste alla stessa distanza di 1.5 kpc. La stella X non ha materiale frapposto lungo la linea di vista. La stella Y ha una nube di 20 masse solari di solo idrogeno atomico alla temperatura di 600 K che sta cadendo verso la stella. Infine la stella Z ha una nube di gas molecolare (H₂) e polvere che invece si sta allontanando dalla stella stessa. Quali sono gli spettri ottici-UV delle 3 stelle come osservate a terra? Tracciare tali spettri e commentare eventuali differenze/somiglianze, facendo riferimento ai processi rilevanti.
3. Si consideri la radiosorgente Cygnus A, posta a circa 260 Mpc di distanza dalla terra. Il suo spettro di sincrotrone è una legge di potenza con pendenza $\alpha \sim 0.85$ ($S \sim \nu^{-\alpha}$) e il suo flusso è di 6000 Jy a 327 MHz. Determinare il flusso a 10 GHz, e il fattore di Lorentz degli elettroni che emettono a tale frequenza, assumendo che il campo magnetico nel plasma relativistico sia di 0.1 mG. Nonostante che lo spettro di sincrotrone presenti un cutoff prima di 100 GHz, come mai è rivelabile emissione a 1 keV e oltre? Si dia una breve spiegazione del perché.
4. Una regione HII, la "Cone Nebula" alias NGC2264 di cui sotto è una immagine amatoriale, si trova ad una distanza di 800 pc ed ha un diametro apparente in cielo di 3 gradi. Assumendo che il gas (solo idrogeno per semplicità) si trovi a temperatura e densità costanti, $T = 10^4$ K ed $n_e = 10^2$ cm⁻³, descrivere sinteticamente quali processi radiativi sono attivi e stimare il flusso a 30 GHz, in caso di emissione sia otticamente sottile a tale frequenza.



Processi di Radiazione & MHD
Prova di ammissione del 15.01.2019

Cognome	Nome	Data preferita per orale			
		O 17 Gen	O 24 Gen	O 7 Feb	O 14 Feb

1. La radiosorgente RXJ1459+3337 ha diametro lineare di 12 pc ed e' posta alla distanza di circa 4 Gpc. Ha uno spettro autoassorbito con un massimo di 0.2 Jy a 10 GHz. Qual'e' il γ degli elettroni che emettono al picco dello spettro? Se proprio questi elettroni effettuano IC coi fotoni da loro prodotti, dove (in λ o ν) finiscono i fotoni diffusi? Determinare la temperatura di brillantezza al picco.
2. Siano date 4 stelle in un sistema quadruplo fisicamente legato generato simultaneamente tempo fa. Le magnitudini B e V delle quattro stelle A, B, C e D sono, rispettivamente 16.5(B) – 16.6 (V), 17.5(B) – 16.2 (V), 18.0 (B) 19.5(V), 17.7(B) e 19.0(V). Discutere quali informazioni possono essere dedotte sulle proprieta' delle stelle qui considerate.
3. A 50 pc dalla terra si trova una stella di magnitudine apparente $m_{UV} = 14.0$, la cui radiazione attraversa una regione occupata da polvere. Immaginando che il suo flusso UV giunga attenuato di un fattore 10^4 , calcolare: 1. La magnitudine assoluta; 2. L'opacita' media lungo la linea di vista; 3. L'estinzione totale in banda UV; 3. L'estinzione media in (mag/kpc).
4. Qui sotto e' riportato uno spettro UV – Ottico tratto da Vanden Berk et al. 2001. Descrivere quali sono le informazioni che se ne possono ricavare per certo e quelle che possono eventualmente essere ipotizzate/dedotte.



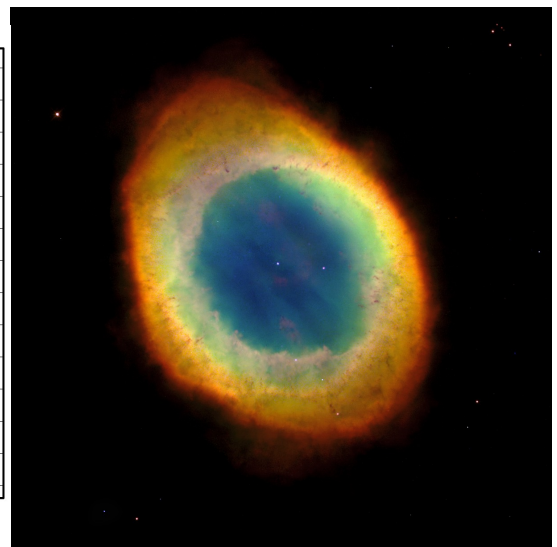
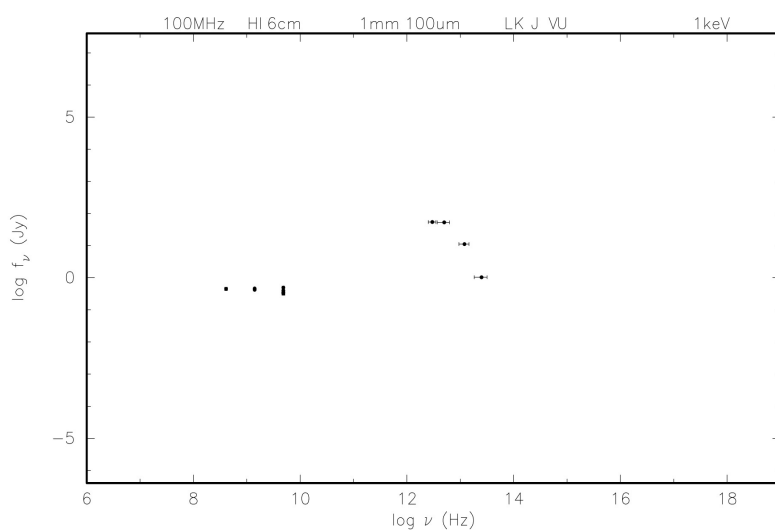
Processi di Radiazione e MHD

Prova scritta del 05.01.2019

Nome	Cognome	Data preferita per orale
		o 7 o 8 o 13 o 14 o 15 Feb

1. Una nube di plasma relativistico (elettroni/positroni) magnetizzato si trova ad una distanza di 10 Mpc dalla terra, lontano da qualsiasi altro oggetto, ed in equilibrio di pressione con il mezzo ambiente (no espansione/contrazione). Se il suo campo magnetico e' di $16.0 \mu\text{G}$, determinare quale frazione dell'energia irradiata e' emessa per sincrotrone. Quanto vale il fattore di Lorentz degli elettroni che emettono a 5 GHz? Come cambierebbero le risposte (se cambiano) qualora, invece, il campo fosse $5.0 \mu\text{G}$? ¹

2. Descrivere i processi principali connessi all'esplosione di una supernova. In particolare, se ne descriva la connessione con le osservazioni e quali informazioni da esse se ne possono ricavare.



3**. La nebulosa planetaria M57, conosciuta come Ring Nebula (a destra, una immagine HST nell'ottico), ha un flusso a 5 GHz di 0.45 Jy e si trova ad una distanza di 700 pc. Determinarne la luminosita' monocromatica. E quale sarebbe a 1 cm? Quali sono i processi di emissione rilevanti per descrivere la SED (a sinistra). La SED e' completa o manca qualche informazione? Qual'e' il suo diametro angolare, sapendo che misura 0.8 pc di diametro (si approssimi a una sfera).

4. Una stella, Avior (ϵ Carinae), si trova a 190 pc dalla terra. Immagindo che la sua mangitudine apparente V sia $m_V = 3.86 \text{ mag}$, e che la sua magnitudine assoluta sia $M_V = -4.47$, si vuole sapere se e' presente della polvere lungo la linea di vista ed, eventualmente calcolare di quanto viene attenuata la radiazione in banda V e, quindi, l'opacita'.

** Da considerare esercizio prevalentemente "teorico"