

Premis Extraordinaris de Batxillerat. Convocatòria 2018-2019

Les proves s'estructuren en:

- **Primera prova** (1 hora i 30 minuts): comentari crític d'un tema general.
- **Segona prova** (1 hora i 15 minuts): redacció en llengua estrangera.
- **Tercera prova (1 hora i 30 minuts): matèria de modalitat.**

Física

Etiqueta identificadora de l'alumne/a

Qualificació:

Instruccions

La prova consisteix en la resolució de dues activitats contextualitzades que inclouen la redacció d'una argumentació científica.

S'ha de respondre en aquest quadernet. Si necessiteu fulls per fer esborranys, el tribunal us en proporcionarà, i caldrà lliurar-los juntament amb el quadernet. La prova no es pot fer a llapis ni amb bolígraf esborrable.

Material

- Regle graduat.
- Calculadora (no s'autoritza l'ús de les que portin informació emmagatzemada, que puguin transmetre-la o que incorporin tractament gràfic).

Criteris generals d'avaluació

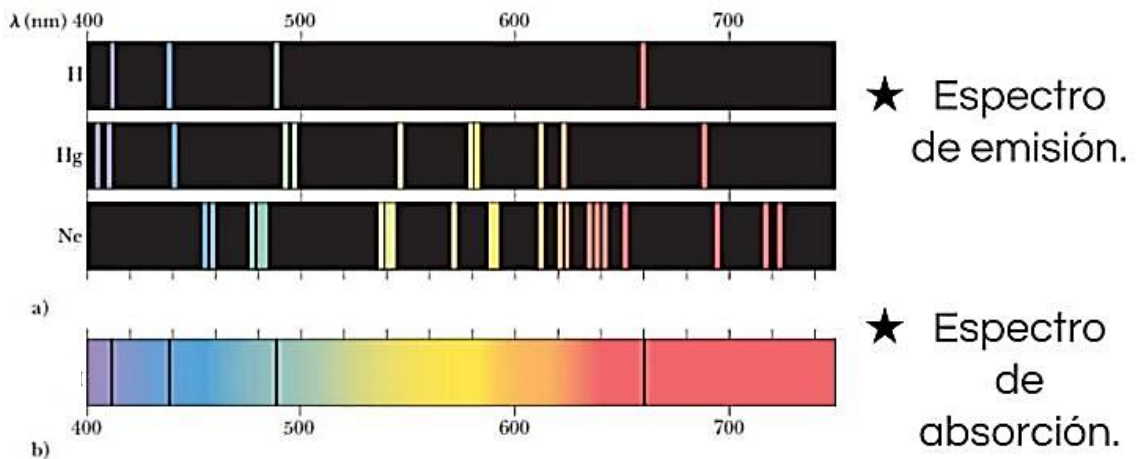
- Utilitzar correctament la terminologia específica de la matèria (lèxic, unitats...) i redactar amb correcció ortogràfica.
- Respondre amb precisió i de manera concreta als temes que es demanen, amb rigor científic, claredat i coherència. Es valorarà la capacitat de síntesi i d'argumentació; també, la correcta estructuració formal del text.
- Analitzar informació sobre fenòmens explicables mitjançant la física, així com saber argumentar i comunicar sobre aquests fenòmens.
- Aplicar els conceptes i les característiques bàsiques del treball científic en analitzar fenòmens i resoldre problemes.
- Resoldre problemes amb rigor científic, precisió dels conceptes, claredat i coherència en les respostes.
- Interpretar la informació sobre situacions en què intervenen fenòmens físics presentada en forma de gràfics, diagrames, equacions... i utilitzar aquestes formes de representació per expressar i explicar aquestes situacions i abordar la resolució de problemes.

Exercici 1. La llum de les estrelles [5 punts]

La llum que emeten les estrelles és una font vital d'informació per estudiar les estrelles, els planetes que hi orbiten i les especificitats dels éssers vius que hi poden habitar.

En aquest exercici us proposem que utilitzeu la informació que dóna la llum de les estrelles per respondre determinades qüestions que es fan la biologia i l'astrofísica:

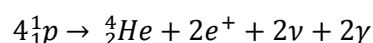
- La biologia defensa que els nostres ulls són sensibles en la regió de l'espectre en què el Sol emet amb la màxima intensitat. Per mitjans òptics se sap que el Sol té un diàmetre d' $1,4 \times 10^9$ m i que la lluminositat del Sol, L , és de $3,85 \times 10^{26}$ W. Utilitzant els principis i les lleis de la física i fent els càlculs necessaris, descriu el procediment que seguiríeu per justificar aquesta afirmació que fa la biologia.
- De les estrelles, els científics n'analitzen els espectres. Els tres primers mostren els espectres d'emissió de l'hidrogen (H), el mercuri (Hg) i el neó (Ne) obtinguts en un laboratori. El quart correspon a l'espectre d'absorció de la llum que prové d'una estrella. Quines dues dades sobre l'estrella podeu inferir a partir de la comparació de l'espectre d'absorció amb els d'emissió?



Podeu fer servir la informació de les fonts de consulta que trobareu al final del document, però no en podeu fer còpies literals ni paràfrasis.

Exercici 2. El Sol, una fàbrica de matèria [5 punts]

Durant molt temps, el procés pel qual una estrella obtenia l'energia era un misteri que no va quedar resolt fins que, a mitjan segle passat, Hans Bethe va proposar les reaccions nuclears com els mecanismes que feien possible el funcionament d'una estrella com el Sol. Una de les reaccions proposades per Bethe era la cadena protó-protó, que es pot expressar globalment per mitjà de la següent reacció nuclear:



Núclid	Massa/ 10^{-27} kg
$\text{}^4_2\text{He}$	6,645
$\text{}^1_1\text{p}$	1,673
e^+	$9,110 \times 10^{-4}$

A partir dels vostres coneixements en física nuclear, heu d'argumentar:

- Per què, en un procés com el proposat per Hans Bethe, una estrella és capaç de produir energia.
- Per què una estrella com el Sol no pot produir nuclis més pesants que el ferro.

Podeu fer servir la informació de les fonts de consulta que trobareu al final del document, però no en podeu fer còpies literals ni paràfrasis.

Document 1

La llum de les estrelles

La millor font d'informació que tenen els astrofísics per estudiar les estrelles és la llum que ens arriba d'elles. Una estrella emet radiació en tot l'espectre electromagnètic, tot i que la intensitat en cada freqüència és diferent. Part d'aquesta radiació s'emet en la franja del visible que va dels 400 nm als 700 nm.

Tot cos emet radiació. Un cos a temperatura ambient emet poca radiació, que correspon a freqüències petites (en el rang de l'infraroig). Aquest fet és el que utilitzen els visors nocturns d'infraroig. En augmentar la temperatura augmenta l'energia emesa en forma de radiació i també n'augmenta la freqüència.

A finals del segle XIX la física es qüestionava sobre l'emissió de radiació dels cossos. Wilhem Wien el 1896 publicà un article en què desenvolupava un model basat en consideracions termodinàmiques i en l'electromagnetisme, en el qual relacionava la temperatura d'un cos amb el màxim de la longitud d'ona en què emetia aquest cos. Aquesta equació es coneix amb el nom de llei de Wien.

$$\lambda_{max}T = 0,0028976 \text{ mK}$$

De manera paral·lela, el 1884 Ludwig Boltzmann va deduir, basant-se en arguments termodinàmics, la llei empírica que havia obtingut Josef Stefan l'any 1879. Aquesta llei, coneguda amb el nom de llei de Stefan-Boltzmann, relaciona la intensitat total emesa per radiació per un cos (I) amb la seva temperatura absoluta (T):

$$I = \sigma T^4$$

en què $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$.

Tenint en compte la relació que hi ha entre la intensitat (I) i la lluminositat (L):

$$I = \frac{L}{A}$$

en què A és la superfície de l'estrella, es pot escriure:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

Un dels altres aspectes en què la llum d'una estrella ens dona informació és l'anàlisi detallat de l'espectre de la llum que ens arriba d'ella. Durant el segle XIX s'observà que l'espectre de la llum emesa per un cos calent no era continu, sinó que mostrava un seguit de línies ben marcades en un fons negre. S'obtenia un **espectre d'emissió**. Igualment, quan la llum blanca es feia passar a través d'una substància, s'observava un espectre discontinu, en aquest cas un **espectre d'absorció**.



Espectre d'emissió de l'hidrogen



Espectre d'absorció de l'hidrogen

Els estudis experimentals duts a terme per Kirchhoff i Bunsen van demostrar que la posició i el nombre de línies canviava segons l'element de la taula periòdica que s'estudiava. Havien trobat un mètode per determinar la composició de l'atmosfera d'una estrella comparant l'espectre de la llum provinent d'una estrella amb els espectres individuals de cada un dels elements obtinguts en un laboratori. També es van adonar que els espectres eren complementaris; si en l'espectre d'emissió d'un element apareixia una línia, en l'espectre d'absorció del mateix element apareixia en la mateixa posició una línia negra.

Document 2

Les estrelles, generadors de matèria

Carl Sagan, un gran astrònom, va afirmar que "som pols d'estrelles".

Les estrelles es formen a partir del col·lapse gravitatori de grans núvols de pols. En aquest procés la pressió i la temperatura internes augmenten, fet que provoca que l'hidrogen comenci a fusionar-se. En aquesta situació, l'estrella crema hidrogen en el seu nucli. Quan les estrelles acaben l'hidrogen, la seva evolució depèn de la seva massa. Així, una estrella d'una massa inferior a 9 masses solars, s'infla i redueix la seva temperatura sense variar gaire la seva lluminositat. En aquest procés comença a fusionar àtoms d'heli i, fins i tot, àtoms més pesants. Es converteix en una gegant vermella.

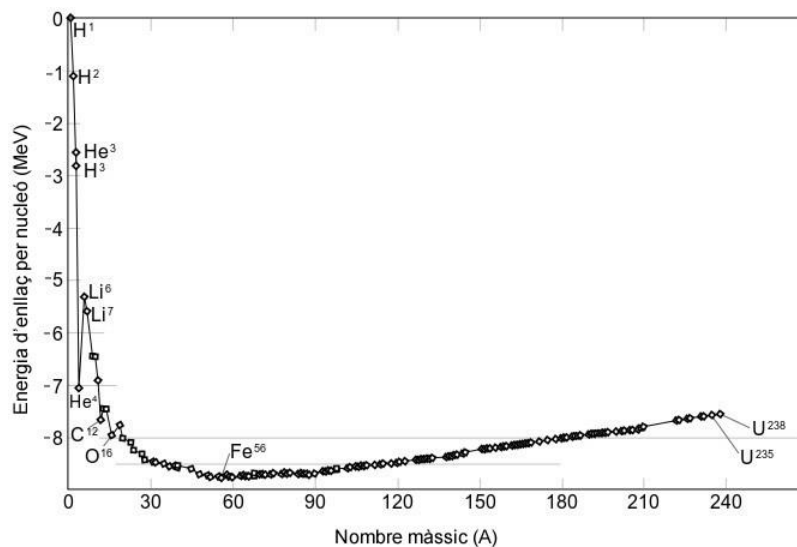
Una estrella amb una massa d'entre 9 i 30 masses solars, té una temperatura interior molt alta i també una gran lluminositat. En anar consumint l'hidrogen, l'estrella perd temperatura però continua sent prou alta perquè comencin a fusionar-se altres elements més pesants (carboni, neó, oxigen, silici...) fins a arribar al ferro. A partir d'aquest punt ja no és possible extreure més energia per processos de fusió nuclear. La supergegant vermella col·lapsa per la força gravitòria i es desencadena un procés molt exotèrmic i explosiu, en el qual només queda el nucli de l'estrella, ja que la resta és expulsada en forma de supernova. Aquest nucli estel·lar és un estel de neutrons.

Una estrella més pesant no pot equilibrar el col·lapse gravitatori i els models numèrics i la teoria porten a considerar que aquesta estrella esdevindrà un forat negre.

Ja des de finals del segle XIX, la física intentava explicar la lluminositat de les estrelles. Cap dels models proposats donava una explicació vàlida. El descobriment de la radioactivitat va donar una primera porta d'entrada a una explicació més realista del procés pel qual les estrelles generen la seva lluminositat, però no fou fins l'any 1938 que Hans Bethe va proposar uns models basats en la fusió per explicar-ho.

Bethe proposà dos models: el model de la cadena protó-protó i el model del cicle CNO (carboni, nitrogen, oxigen). Tant en un model com en l'altre, el resultat final és l'obtenció de nuclis d'heli i la generació d'energia.

Les reaccions proposades per Bethe formen part del marc teòric que en física s'anomena "física nuclear". Aquest marc intenta explicar diferents fenòmens de la natura: l'estabilitat dels nuclis, el funcionament de les estrelles... Dins d'aquest context, trobem la següent gràfica que compara l'energia d'enllaç per nucleó amb el nombre màssic.



Gràfic adaptat de Wikimedia Commons