高中物理(全)──第三次段考範圍

難易度:

素養命題實例 1
關於太陽上的核融合反應, 下列敘述, 哪些正確？ (A) 核融合需要在高溫下進行 (B) 核融合反應過程中, 電荷不守恆 (C) 核反應過程, 太陽的質量會變小 (D) 太陽的核反應方程式: ${}^{235}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow{}^{141}_{86}\mathrm{Ba}+{}^{92}_{36}\mathrm{Kr}+3{}^{1}_{0}\mathrm{n}$ (E) 核反應過程中, 會產生高能量的游離性輻射。

答:

(A) 因為高溫時才能使得粒子的熱運動劇烈, 才有可能克服粒子相互間的排斥力, 使得它們間的距離縮短, 進而發生核融合反應, 故(A)正確;

(B) 核融合過程中, 電荷是守恆的, 故(B)錯誤;

(C) 因為太陽一直在發生核融合, 進而放出大量能量, 根據質能守恆可知要消耗一定的質量, 故(C)錯誤;

(D) 太陽的核融合反應方程式為 ${}^{2}_{1}\mathrm{H}+{}^{3}_{1}\mathrm{H}\rightarrow{}^{4}_{2}\mathrm{He}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}$, 題目中的方程式為核分裂反應, 故(D)錯誤;

(E) 由核融合反應方程式可知, 核融合後的產物會有 ${}^{4}_{2}\mathrm{He}$, 但核融合反應所產生的氦不具放射性, 如同氣球裡填充的氣體。

答案(A)(C)

配合章節:Ch5-4 質能互換與核能

學習內容:PBa-Ⅴc-4 原子核的融合以及原子核的分裂是質量可以轉換為能量的應用實例, 且為目前重要之能源議題。

PNc-Ⅴc-1 原子核的分裂。

PNc-Ⅴc-2 核能發電與輻射安全。

高中物理(全)──第三次段考範圍

難易度:

素養命題實例 2
下列核反應方程中,(　)內的粒子,哪些是中子? (A) ${}^{235}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow{}^{144}_{56}\mathrm{Ba}+{}^{89}_{36}\mathrm{Kr}+(\quad)$ (B) ${}^{238}_{92}\mathrm{U}\rightarrow{}^{234}_{90}\mathrm{Th}+(\quad)$ (C) ${}^{14}_{7}\mathrm{N}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}\rightarrow{}^{17}_{8}\mathrm{O}+(\quad)$ (D) ${}^{14}_{6}\mathrm{C}\rightarrow{}^{14}_{7}\mathrm{N}+(\quad)$ (E) ${}^{2}_{1}\mathrm{H}+{}^{3}_{1}\mathrm{H}\rightarrow{}^{4}_{2}\mathrm{He}+(\quad)$

答:

(A) 根據電荷數和質量數守恆知,核反應方程為 ${}^{235}_{92}\mathrm{U}+{}^{1}_{0}\mathrm{n}\rightarrow{}^{144}_{56}\mathrm{Ba}+{}^{89}_{36}\mathrm{Kr}+3({}^{1}_{0}\mathrm{n})$,故(A)符合題意;

(B) 核反應方程為 ${}^{238}_{92}\mathrm{U}\rightarrow{}^{234}_{90}\mathrm{Th}+({}^{4}_{2}\mathrm{He})$,故(B)不符合題意;

(C) 核反應方程為 ${}^{14}_{7}\mathrm{N}+{}^{4}_{2}\mathrm{He}\rightarrow{}^{17}_{8}\mathrm{O}+({}^{1}_{1}\mathrm{H})$,故(C)不符合題意;

(D) 核反應方程為 ${}^{14}_{6}\mathrm{C}\rightarrow{}^{14}_{7}\mathrm{N}+({}^{0}_{-1}\mathrm{e})$,故(D)不符合題意;

(E) 核反應方程為 ${}^{2}_{1}\mathrm{H}+{}^{3}_{1}\mathrm{H}\rightarrow{}^{4}_{2}\mathrm{He}+{}^{0}_{1}\mathrm{n}$,故(E)符合題意。

答案(A)(E)

配合章節:Ch5-4 質能互換與核能

學習內容:PBa-Ⅴc-4 原子核的融合以及原子核的分裂是質量可以轉換為能量的應用實例,且為目前重要之能源議題。

PNc-Ⅴc-1 原子核的分裂。

高中物理(全)──第三次段考範圍

難易度:

素養命題實例 3

「夢天號」實驗艙攜帶世界首套可相互比對的冷原子鐘組發射升空，對提升導航定位、太空探測等技術具有重要意義。如圖所示為某原子鐘工作的四個能階示意圖，原子吸收頻率為 ν_0 的光子從基態能階I躍遷至激發態能階Ⅱ，然後自發輻射出頻率為 ν_1 的光子，躍遷到鐘躍遷的上能階2，並在一定條件下可躍遷到鐘躍遷的下能階1，達到實現受激輻射並發出冷原子鐘雷射，最後輻射出頻率為 ν_3 的光子回到基態。請問該原子鐘產生的雷射頻率 ν_2 為？

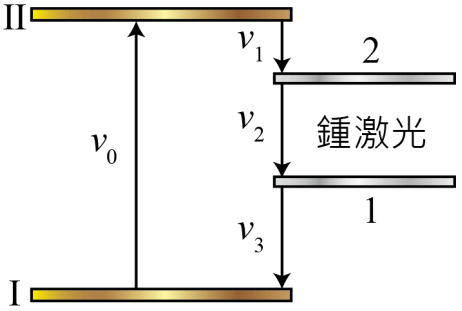
(A) $\nu_0+\nu_1+\nu_3$

(B) $\nu_0+\nu_1-\nu_3$

(C) $\nu_0-\nu_1+\nu_3$

(D) $\nu_0-\nu_1-\nu_3$

(E) $\nu_1+\nu_3-\nu_0$



答:

原子吸收頻率為 ν_0 的光子從基態能階I躍遷至激發態能階Ⅱ時，其能階差與頻率之間的關係為

$$E_{II}-E_I=h\nu_0 \quad \cdots①$$

且從激發態能階Ⅱ向下躍遷到基態I的過程，其能階差與各光子頻率間的關係為

$$E_{II}-E_I=h\nu_1+h\nu_2+h\nu_3 \quad \cdots②$$

由①②聯立解得

$$\nu_2=\nu_0-\nu_1-\nu_3$$

答案(D)

配合章節:Ch6-5 原子光譜

學習內容:PKd-Ⅴc-1 光具有粒子性，光子能量 $E=h\nu$ 與其頻率 ν 成正比。

PKd-Ⅴc-4 能階的概念。

高中物理(全)──第三次段考範圍

難易度:

素養命題實例 4
關於物質波的敘述, 下列①～④的說法, 有哪些是正確？ ①電子的繞射證實了物質波的假設是正確的 ②物質波也是一種機率波 ③任一物體都有一種波和它對應, 這就是物質波 ④光波也是物質波 (A) ①②的說法正確 (B) 只有①的說法正確 (C) ①④的說法正確 (D) ①③的說法正確 (E) ①②③的說法正確

答:

①:是正確的;

②:電子雙狹縫干涉實驗, 證實了物質波的存在, 干涉條紋的亮紋, 即代表電子出現在此的機率高, 暗紋則是電子出現在此處的機率低, 故物質波是一種機率波;

③:只有運動中的物質, 才有物質波與該物質對應, 若物體靜止, 則並不會有物質波的產生, 故③的說法不正確;

④:物質波與光波一樣, 也是一種機率波, 即粒子在各點出現的機率遵循波動規律, 但物質波不是光波。

答案(A)

配合章節:Ch6-3 粒子的波動性
Ch6-4 波粒二象性

學習內容:PKd-Ⅴc-5 電子的雙狹縫干涉現象與其波動性。
PKd-Ⅴc-6 光子與電子以及所有微觀粒子都具有波粒二象性。

高中物理(全)──第三次段考範圍

難易度:

素養命題實例 5

三種不同的入射光A、B、C分別射在三種不同的金屬a、b、c表面, 均恰能使金屬中逸出光電子, 若三種入射光的波長$\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$, 請問下列敘述, 哪些正確?

(A) 用入射光A照射金屬b和c, 金屬b和c均可發生光電效應現象

(B) 用入射光A和B照射金屬c, 均可使金屬c發生光電效應現象

(C) 用入射光C照射金屬a和b, 金屬a、b均可發生光電效應現象

(D) 用入射光B和C照射金屬a, 均可使金屬a發生光電效應現象

(E) 入射光A、B、C只能分別將金屬a、b、c表面的光電子逸出, 並無法與其他金屬發生光電效應現象

答:

因為三種入射光的波長$\lambda_A > \lambda_B > \lambda_C$, 所以三種入射光的頻率關係為$f_A < f_B < f_C$

(A) 若用入射光A照射金屬b和c, 金屬b和c均不可發生光電效應, 故(A)錯誤;

(B) 用入射光A和B照射金屬c, 也不可能使金屬c發生光電效應, 故(B)錯誤;

(C) 用入射光C照射金屬a與b, 金屬a、b均可發生光電效應, 故(C)正確;

(D) 用入射光B和C照射金屬a, 均可使金屬a發生光電效應, 故(D)正確;

(E) 入射光C能使a、b、c金屬發生光電效應;入射光B只能使a、b金屬發生光電效應;入射光A只能使a金屬發生光電效應。

答案(C)(D)

配合章節:Ch6-2 光電效應

學習內容:PKd-Ⅴc-1 光具有粒子性, 光子能量E=hf, 與其頻率f成正比。

高中物理(全)──第三次段考範圍

難易度:

素養命題實例 6
太陽內部的核融合可以釋放出大量的能量, 這些能量以電磁波的形式向四面八方輻射出去, 其總功率達到 3.8×10^{26} J/s, 根據愛因斯坦的質能互換公式估算, 單純地由於這種輻射, 使太陽每秒鐘減少的質量, 其數量級最接近下列何者？ (A) 10^{10} kg (B) 10^{12} kg (C) 10^{14} kg (D) 10^{16} kg (E) 10^{18} kg

答:
由$\Delta E=\Delta mc^2$知, $\Delta m=$ $=4.2\times10^9$, 其數量級為10^{10} kg,
答案(B)

配合章節:Ch5-4 質能互換與核能

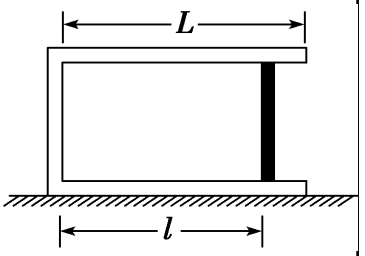
學習內容:PBa-Ⅴc-3 質量及能量可以相互轉換, 其轉換公式$E=mc^2$。

選修物理Ⅱ──第三次段考範圍

難易度:

素養命題實例 7

汽缸長為$L=1$ m, 固定在水平面上, 汽缸中有橫截面積為$A=100$ cm^{2}的光滑活塞, 活塞封閉了一定質量的理想氣體, 當溫度為$t=27$ ℃, 大氣壓力為 $P_0=1\times10^5$ Pa時, 氣柱長度為$l=90$ cm, 汽缸和活塞的厚度均可忽略不計. 求:



(1) 如果溫度保持不變, 將活塞緩慢拉至汽缸右開口, 此時水平拉力F的大小是多少牛頓?

(A) 50 N (B) 100 N (C) 150 N (D) 200 N (E) 250 N

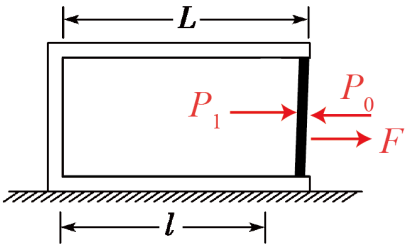
(2) 如果汽缸內氣體溫度緩慢升高, 使活塞移至汽缸右開口時, 氣體溫度約為攝氏幾度?

(A) 333 (B) 100 (C) 50 (D) 60 (E) 80

答:

(1) 設活塞被拉到汽缸開口處時, 此時達到靜力平衡狀態。設此時汽缸內的氣壓為P_1, 如下圖所示

$P_1A+F=P_0A$ □ □ ◆



利用波以耳定律 $P_1V_1=P_2V_2$

$\Rightarrow P_0lA=P_1LA\Rightarrow P_1=\dfrac{P_0l}{L}$ 代入第①式

$\Rightarrow \dfrac{P_0l}{L}A+F=P_0A$

$\Rightarrow F=P_0A-\dfrac{P_0l}{L}A=P_0A(1-\dfrac{l}{L})=10^5\times100\times10^{-4}\times(1-\dfrac{0.9}{1})=100$ N

(2) 汽缸內氣體莫耳數及壓力在加熱過程中會保持不變,
由查理-給呂薩克得知, 閉密空間中的理想氣體, 定壓下, V∝T

$\Rightarrow \dfrac{lA}{27+273}=\dfrac{LA}{T}\Rightarrow \dfrac{0.9}{300}=\dfrac{1}{T}\Rightarrow T\cong333k=60$ ℃

答案:(1)(B) (2)(D)

配合章節:Ch 5-1絕對溫度、理想氣體狀態方程式

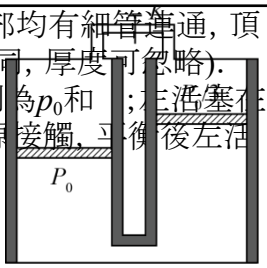
學習內容:PBb-Ⅴa-1 理想氣體狀態方程為$PV=nRT$, 此溫度T為絕對溫度。

選修物理Ⅱ——第三次段考範圍

難易度:

素養命題實例 8

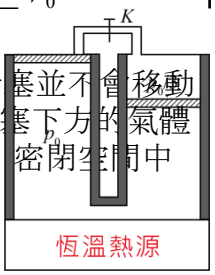
如圖, 兩個側壁絕熱、頂部和底部都導熱的相同汽缸直立放置, 汽缸底部和頂部均有細管連通, 頂部的細管帶有閥門K, 兩汽缸的容積均為V_0, 汽缸中各有一個絕熱活塞(質量不同, 厚度可忽略). 開始時K關閉, 兩活塞下方和右活塞上方充有氣體(可視為理想氣體), 壓力分別為p_0和 ;左活塞在汽缸正中間, 其上方為真空;右活塞上方氣體體積為。現使汽缸底與一恆溫熱源接觸, 平衡後左活塞升至汽缸頂部, 且與頂部剛好沒有接觸



(1) 請問恆溫熱源的溫度T=_____ T_0

(2) 然後打開K, 經過一段時間, 重新達到平衡. 已知外界溫度為T_0, 不計活塞與汽缸壁間的摩擦. 求重新達到平衡後左汽缸中活塞上方氣體的體積V_x=_____ V_0

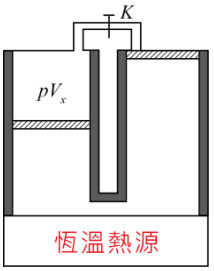
答:



(1) 汽缸與恆溫熱源接觸的過程中, 兩汽缸下方氣體壓力仍為p_0, 在K未打開時, 右活塞並不會移動, 且左活塞達平衡時如右圖所示, 左活塞並未與頂部有互相擠壓的情況, 故兩活塞下方的氣體在加熱的過程中, 溫度由T_0變為T, 是為等壓的過程。由查理-給呂薩克定律得知, 密閉空間中的理想氣體, 在定壓下, V∝T

$$\Rightarrow(\frac{\frac{3}{4}V_0+\frac{1}{2}V_0}{T_0})=(\frac{\frac{3}{4}V_0+V_0}{T})\Rightarrow(\frac{\frac{5}{4}V_0}{T_0})=(\frac{\frac{7}{4}V_0}{T})\Rightarrow T=\frac{5}{7}T_0$$

(2) 由初始狀態的力學平衡條件可知, 左活塞的質量比右活塞的大, 所以左活塞一開始的平衡位置會比右活塞還低, 初始平衡時, 左上方的氣壓為零, 左活塞的重力對下方氣體所造成的壓力大小為p_0;打開K後, 上部氣體連通後氣體壓力相同, 因此左活塞必須下降至某一位置, 直到右活塞升至汽缸頂, 才能滿足力學平衡條件。汽缸頂部與外界接觸, 底部與溫熱源接觸, 兩部分氣體各自經歷等溫過程, 設左活塞上方氣體壓力為p, 設左側活塞上方的氣體體積為V_x(如右圖), 上方氣體由波以耳定律知: $pV_x=\frac{p_0}{3}\cdot\frac{V_0}{4}$ ①



下方氣體由波以耳定律知: $(p+p_0)(2V_0-V_x)=p_0\cdot\frac{7}{4}V_0$ ②, 由③得 $p=\frac{p_0V_0}{12V_x}$ 代入④

$$(\frac{p_0V_0}{12V_x}+p_0)(2V_0-V_x)=p_0\cdot\frac{7}{4}V_0\Rightarrow 6V_x^2-V_0V_x-V_0^2=0$$

其解為$V_x=V_0$。另一解$V_x=-V_0$, 體積為負, 不合題意。

答案:(1) $\frac{5}{7}T_0$ (2) $V_x=V_0$

配合章節:Ch 5-1 絕對溫度、理想氣體狀態方程式

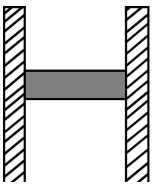
學習內容:PBb-Ⅴa-1 理想氣體狀態方程為PV=nRT, 此溫度T為絕對溫度。

選修物理Ⅱ——第三次段考範圍

難易度:

素養命題實例 9

如圖所示, 一個導熱汽缸豎直放置, 汽缸內封閉有一定質量的氣體, 活塞與汽缸壁緊密接觸, 可沿汽缸壁無摩擦地上下移動。若外界大氣壓力保持不變, 而環境溫度緩慢升高, 在這個過程中, 下列敘述, 哪些正確?



(A) 汽缸內每個分子的動能都增大

(B) 封閉氣體對外界作功
(C) 汽缸中每單位體積的分子數增多
(D) 封閉氣體吸收熱量
(E) 汽缸中每單位面積中, 單位時間內撞擊活塞的分子數減少

答:
(A) 外界溫度升高, 汽缸又是可導熱, 所以內部氣體溫度上升, 氣體分子的「平均」動能增加, 但不是每個分子的動能都會增大, (A)錯誤;
(B) 內部氣體膨脹, 所以氣體對外界作正功。(B)正確;
(C) 因內部氣體數量不變, 但體積因膨脹而變大, 所以分子個數/總體積的比例變小。(C)錯誤;
(D) 內部氣體因為吸熱, 才會造成體積膨脹。(D)正確;

$$P=\frac{F}{A}=\frac{Nm\Delta v}{A\cdot\Delta t}\Rightarrow\frac{N}{A\Delta t}=\frac{P}{m\Delta v}=\frac{P}{2mv}=\frac{P}{2m\sqrt{\frac{3kT}{2m}}}=\frac{P}{\sqrt{6mkT}}\propto\frac{P}{\sqrt{T}}$$

(E) ，由左式知器壁單位面積上, 每單位時間內分子的碰撞次數為 $\frac{N}{A\cdot\Delta t}=\frac{P}{m\Delta v}\propto\frac{P}{\sqrt{T}}$ ，∵ T增加, 且P不變, 使得單位時間內, 分子碰撞到的數量變少了。(E)正確。

答案(B)(D)(E)

配合章節:Ch5-2 氣體運動論

學習內容:PBb-Ⅴa-2 將牛頓力學定律應用到理想氣體動力論, 可以推導出氣體壓力以及體積與內能的定量關係。將此結果套用到理想氣體狀態方程式則可得出理想氣體的內能與絕對溫度成正比的結論。