帝京大学

2026 年度　一般選抜　物理

物理①

（2 科目　120 分）

1 下図のように，反射回折格子からの回折光を遠方で観察することについて考えよう。

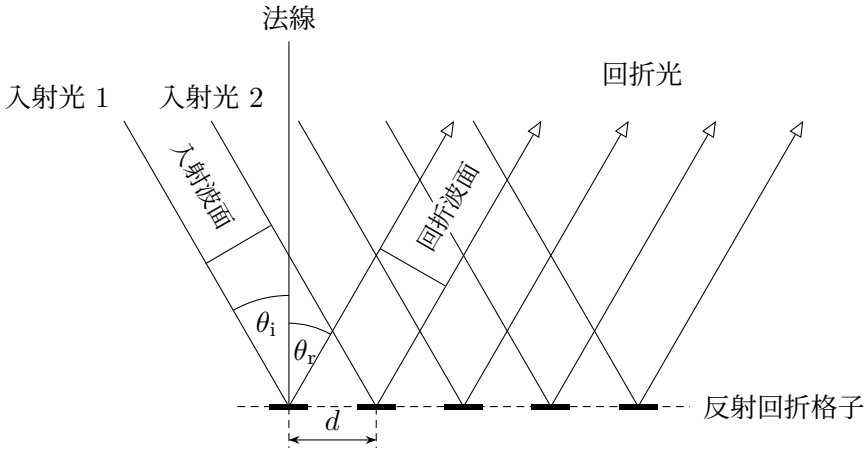


図 1　入射光の方向と回折格子の法線の間の角（入射角）θ_i と回折光の反射角度 θ_r が等しい場合

図 1 は実線部分が反射し，その間隔を格子定数 d の反射回折格子とする。最初に入射光の方向と回折格子の法線の間の角度（入射角）θ_i と回折光の反射角 θ_r が等しい場合を考えよう。隣り合った入射光 1 と入射光 2 を考えると，これらの入射光に垂直な入射波面上で位相が揃っていることから，回折格子には入射光 1 は入射光 2 よりも，光路差［記述欄 1］だけ早く到達する。次に回折光を考えると，回折格子から図中の回折波面に到達するには，入射光 1 が光路差［記述欄 2］だけ，遠くなっていることがわかる。このとき，入射波面から回折波面までの距離が［1］，隣り合った光線どうし干渉して［2］ことがわかる。この回折光を 0 次光とよぶ。

(1)　［記述欄 1］と［記述欄 2］にあてはまる数式を，θ_i，θ_r と d を使って記入せよ。

(2)　空欄［1］にあてはまるのはどれか。下記から選べ。

① 入射光 1 と 2 で等しく　② 入射光 1 の方が長く　③ 入射光 2 の方が長く

(3) 空欄 2 にあてはまるのはどれか。下記から選べ。

① 弱め合う　② 強め合う

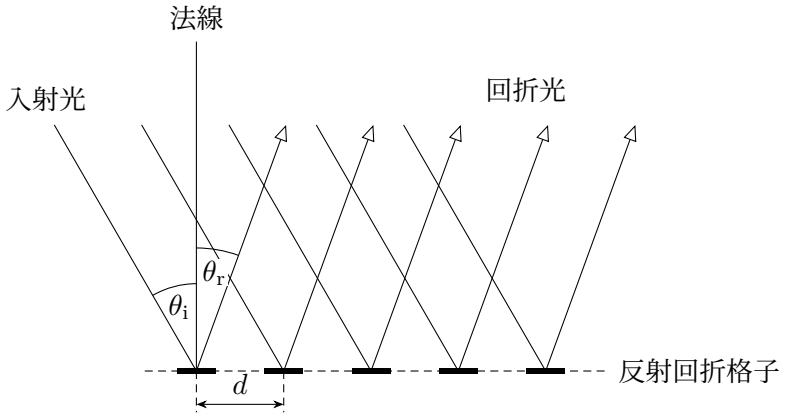


図 2　入射角 θ_i と回折角 θ_r が異なる場合

次に図 2 のように，格子定数が $d = 3\,\mu\mathrm{m}$ のときに，入射角が $\theta_i = 30°$，回折角が $\theta_r = 20°$ で回折光が強め合った。このとき，入射時の光路差が 記述欄 1 ，回折後の光路差が 記述欄 2 で，これらを考慮すると，入射から回折後までの合計の光路差と波長 λ の間に 3 の関係がある。なお，ここで m は整数で回折次数と呼ばれる。

(4) 空欄 3 にあてはまる式を下記から選べ。

① $d\sin\theta_i = m\lambda$　　② $d\sin\theta_r = m\lambda$

③ $d\,(\sin\theta_i + \sin\theta_r) = m\lambda$　④ $d\,(\sin\theta_i - \sin\theta_r) = m\lambda$

(5) 実際に回折次数 $m = 1$ で強め合う波長は，$\sin 20° = 0.340$ として，

4 . 5 6 $\times 10^{7}$ nm

である。空欄 4 から 7 にあてはまる数値を下記から選べ。

①1　②2　③3　④4　⑤5

⑥6　⑦7　⑧8　⑨9　⓪0

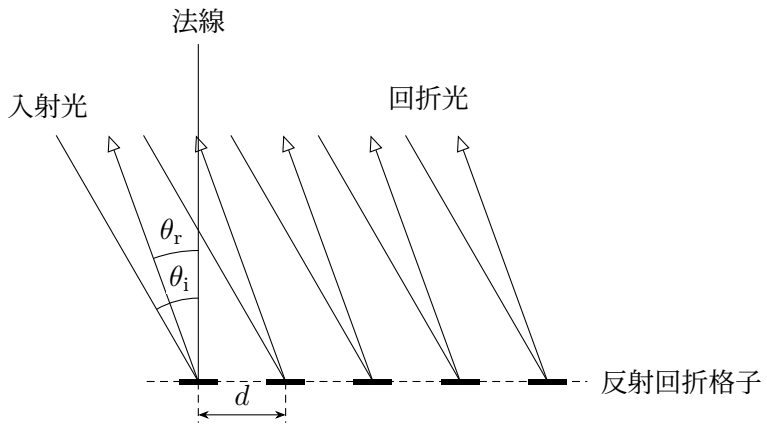


図 3　入射角 θ_i と回折角 θ_r が法線に対して同じ側の場合

次に図 3 のように，格子定数が $d = 3\,\mu\mathrm{m}$ のときに，入射光と回折光が法線に対して同じ側で $\theta_i = 30°$，$\theta_r = 20°$ のとき，波長がおおよそ 500 nm の光が強め合って観察された。このときの回折次数 m は［ 8 ］次と考えられる。

(6)　空欄［ 8 ］にあてはまる数値を下記から選べ。

①1　②2　③3　④4　⑤5

⑥6　⑦7　⑧8　⑨9　⓪0

2 以下の設問について，空欄［ 1 ］～［ 14 ］にあてはまる最も適切なものを，各空欄に対応する選択肢から選び，答えなさい。また，(4) については記述解答欄へ答えなさい。

がんや脳疾患の診断において，体内の代謝活動を可視化できる陽電子断層撮影（PET：Positron Emission Tomography）が広く用いられている。PET では，陽電子を放出する放射性同位体を含む薬剤が体内に投与される。この薬剤は，病気により代謝活動が活発な部位に集まる性質がある。放射性同位体から放出された陽電子は，体内の電子と衝突して対消滅を起こす。対消滅が起こると，陽電子と電子の質量に等価なエネルギーがすべて，2 本の γ 線に変換される。放出された 2 本の γ 線はそれぞれエネルギーが等しく，それらを検出器で同時に観測することで陽電子が消滅した位置の情報が得られ，これを多数集めることで，体内の放射性物質の分布を画像として再構成できる。陽電子と電子は，質量はともに $9.11 \times 10^{-31}\,\mathrm{kg}$，電気量はそれぞれ $1.60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$，$-1.60 \times 10^{-19}\,\mathrm{C}$ であり，体内においては運動量と運動エネルギーはともに無視できる。ただし，真空中の光速を $3.00 \times 10^{8}\,\mathrm{m/s}$，プランク定数を $6.63 \times 10^{-34}\,\mathrm{J{\cdot}s}$ とする。

(1)　対消滅によって生じる 1 本の γ 線のエネルギーは何 keV か。有効数字 2 桁で答えよ。

［ 1 ］.［ 2 ］×10［ 3 ］keV

(2) (1) の γ 線の波長は何 m か。有効数字 2 桁で答えよ。

[4].[5] $\times 10^{-}$[6][7] m

(3) 対消滅によって生じる 2 本の γ 線は互いに何度の角度で放出されるか。

[8]

[8]の選択肢.

① 0°　② 30°　③ 45°　④ 60°　⑤ 90°

⑥ 120°　⑦ 135°　⑧ 150°　⑨ 180°

(4) (3) の答えの根拠の説明を，記述解答欄に答えなさい。

（注）解答欄は横 13.3 cm × 3 行。

ある PET 検査において，200 MBq の放射性同位体 ^{18}F（フッ素 18）を含む薬剤が患者へ投与された。^{18}F の放射線崩壊は，陽電子 1 個を放出する β^+ 崩壊のみとし，その半減期を 110 分とする。このとき，

(5) 薬剤の投与直後において，1 秒間に放出される陽電子は何個か。有効数字 2 桁で答えよ。

[9].[10] $\times 10^{}$[11] 個

(6) 投与してから 5 時間 30 分後の薬剤の放射能の強さはいくらか。有効数字 2 桁で答えよ。

[12].[13] $\times 10^{}$[14] Bq

[1]〜[7]，[9]〜[14]の選択肢：

①1　②2　③3　④4　⑤5

⑥6　⑦7　⑧8　⑨9　⓪0

3 図 1 のように質量 0.20 kg のボールが速さ 20 m/s で壁に垂直に当たって垂直に跳ね返された。ボールが壁と接触している時間は 0.020 s で，ボールが壁から受けた力の大きさ F［N］は，図 2 の様に変化した。以下の問いに有効数字 2 桁で答えよ。ただし，壁は固定されているものとする。

[2]〜[3]，[5]〜[10]の選択肢：

①1　②2　③3　④4　⑤5　⑥6　⑦7　⑧8　⑨9　⓪0

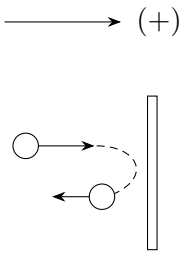


図 1

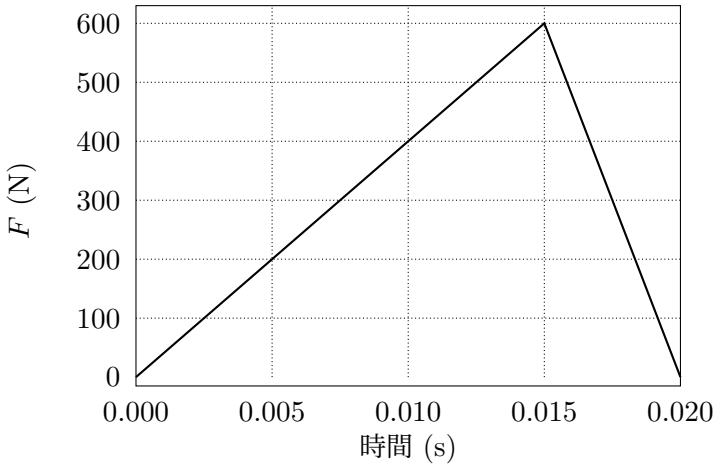


図 2

(1) 壁から離れるまでに，ボールが壁から受ける力積は図 1 で右向き，左向きのいずれか。下記の選択肢から選べ。 [1]

①右向き　②左向き

(2) (1) の力積の大きさを図 2 より求めよ。

[2].[3] N·s

(3) 図 1 において，右向きを速度，力の正の向きとする。壁から離れた直後のボールの速度 v を求めよ。ただし，[4]には，マークシート上のプラスまたはマイナスの符号を選べ。

[4][5][6] m/s

(4) ボールが壁と接触し始めてから 0.010 s 後における，ボールが壁から受ける力の大きさはいくらか。

[7].[8] $\times 10^2$ N

(5) ボールが壁と接触し始めてから 0.010 s までにおける，ボールが壁から受ける力積の大きさはい

くらか。

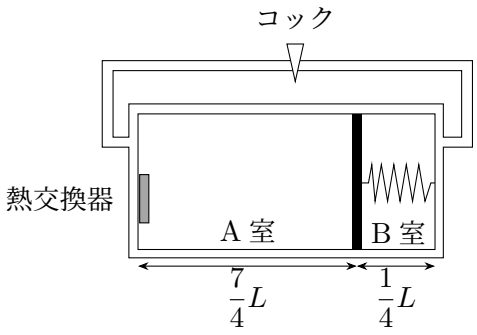
[9] . [10] N·s

物理②

（2 科目　120 分）

1 次の文中の，空欄[記述欄 1]と[記述欄 2]に適切な数式を記述解答用紙に記入し，空欄[1]～[6]に入る最も適切なものを各空欄に対する選択肢から選び，答えなさい。

体積 $2SL$〔m^3〕の密閉円筒シリンダー内を，断面積 S〔m^2〕のピストンがなめらかに移動でき，ピストンにより仕切られた円筒シリンダーの左側を A 室，右側を B 室とする。自然の長さが L〔m〕でばね定数が k〔N/m〕のばねの両端がピストンと B 室の右壁に取り付けられ，A 室と B 室はコックが取り付けられた連結管で結ばれている。また，A 室の左壁には熱交換器があり自由に熱量を出し入れすることができる。ピストン，円筒シリンダー，連結管は断熱材で作られていて外界と熱の出入りはないものとする。また，熱交換器，連結管とばねの体積，およびピストンの厚さはないものとし，気体定数を R〔J/(mol·K)〕とする。



図

図の状態ではコックは閉じられて，B 室は真空であり，A 室には 1 mol の単原子分子理想気体が封じ込められている。このとき，B 室の体積は $\frac{1}{4}SL$〔m^3〕であり，ばねは自然の長さから縮んだ状態でいた。このときの A 室の気体の圧力は[記述欄 1]〔$\mathrm{N/m}^2$〕であり，温度は[記述欄 2]〔K〕であった。

次に，図の状態から熱交換器により A 室の気体からゆっくりと熱量をとりさると，ピストンが移動し B 室の体積が $\frac{3}{4}SL$〔m^3〕になった。このとき，A 室の気体がした仕事は[1]〔J〕であり，A 室の気体の内部エネルギーの増加量は[2]〔J〕である。したがって，熱交換器で A 室よりとり

さった熱量は［ 3 ］〔J〕となる。

最後に，コックをゆっくり開き，平衡に達するまで十分に待ったところ，ピストンが移動し止まった。このとき，B 室には［ 4 ］〔mol〕の気体があり，B 室の温度は［ 5 ］〔K〕である。また，A 室の圧力は［ 6 ］〔$\mathrm{N/m^2}$〕である。

空欄［ 1 ］の選択肢：

① $-\dfrac{1}{4}kL^2$　② $-\dfrac{1}{2}kL^2$　③ $-\dfrac{3}{4}kL^2$　④ $-kL^2$　⑤ $\dfrac{1}{4}kL^2$　⑥ $\dfrac{1}{2}kL^2$
⑦ $\dfrac{3}{4}kL^2$　⑧ kL^2

空欄［ 2 ］の選択肢：

① $-\dfrac{1}{2}kL^2$　② $-kL^2$　③ $-\dfrac{3}{2}kL^2$　④ $-2kL^2$　⑤ $\dfrac{1}{2}kL^2$　⑥ kL^2
⑦ $\dfrac{3}{2}kL^2$　⑧ $2kL^2$

空欄［ 3 ］の選択肢：

① $-\dfrac{1}{4}kL^2$　② $-kL^2$　③ $-\dfrac{7}{4}kL^2$　④ $-\dfrac{5}{2}kL^2$　⑤ $\dfrac{1}{4}kL^2$　⑥ kL^2
⑦ $\dfrac{7}{4}kL^2$　⑧ $\dfrac{5}{2}kL^2$

空欄［ 4 ］の選択肢：

① $\dfrac{1}{8}$　② $\dfrac{1}{4}$　③ $\dfrac{1}{3}$　④ $\dfrac{3}{8}$　⑤ $\dfrac{1}{2}$　⑥ $\dfrac{2}{3}$
⑦ $\dfrac{5}{8}$　⑧ $\dfrac{3}{4}$

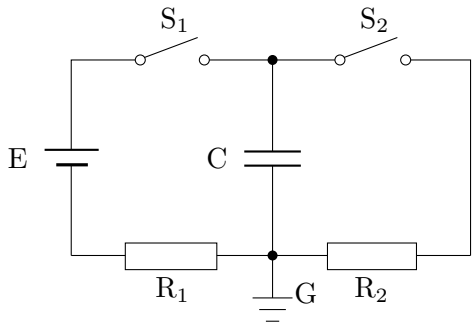
空欄［ 5 ］の選択肢：

① $\dfrac{kL^2}{8R}$　② $\dfrac{kL^2}{4R}$　③ $\dfrac{kL^2}{3R}$　④ $\dfrac{3kL^2}{8R}$　⑤ $\dfrac{kL^2}{2R}$　⑥ $\dfrac{2kL^2}{3R}$
⑦ $\dfrac{5kL^2}{8R}$　⑧ $\dfrac{3kL^2}{4R}$

空欄［ 6 ］の選択肢：

① $\dfrac{kL}{6S}$　② $\dfrac{kL}{4S}$　③ $\dfrac{kL}{3S}$　④ $\dfrac{kL}{2S}$　⑤ $\dfrac{2kL}{3S}$　⑥ $\dfrac{3kL}{4S}$
⑦ $\dfrac{5kL}{6S}$　⑧ $\dfrac{kL}{S}$

2 心臓に高電圧パルスを与えることで，心室細動を停止させる医療機器を除細動器という。除細動器は，コンデンサーに蓄えられた電気エネルギーを，一瞬で体内（電気抵抗に相当）に放電するものである。図は除細動器の電気回路モデルであり，E は起電力 2000 V の直流電源，C は電気容量 100 μF のコンデンサー，R_1 は 100 Ω の保護抵抗，体内に相当する 50 Ω の抵抗 R_2，スイッチ S_1 と S_2，接地 G からなる。はじめ，2 つのスイッチは開いていて，コンデンサーに電荷はないものとする。以下の設問に有効数字 2 桁で答えよ。



図

まず，S_1 だけを閉じてコンデンサーの充電を開始し，十分に時間が経過したときを考える。

(1) コンデンサー C に蓄えられた電気量は何 C か。

[1].[2] $\times 10^{-[3]}$ C

(2) コンデンサー C に蓄えられた静電エネルギーは何 J か。

[4].[5] $\times 10^{[6]}$ J

(3) この間に，抵抗 R_1 に発生したジュール熱は何 J か。

[7].[8] $\times 10^{[9]}$ J

次に，S_1 を開いたのちに，S_2 を閉じて，体内への放電を開始した。放電を開始した時刻を $t = 0$ とすると，時刻 t［s］におけるコンデンサーの電圧は $V(t) = V_0 e^{-\frac{t}{T}}$ で表すことができる。ここで，V_0［V］は $t = 0$ におけるコンデンサーの電圧，T［s］は時定数とよばれる物理定数，$e \fallingdotseq 2.72$ はネイピア数とよばれる数学定数である。

(4) V_0 は何 V か。

[10].[11] $\times 10^{[12]}$ V

(5) 時定数 T［s］は，コンデンサー C の電気容量と抵抗 R_2 の抵抗値の積と一致することが知られ

ている。このとき，$V(t) = \dfrac{V_0}{e}$ となる時刻は何 s か。

$\boxed{13}.\boxed{14} \times 10^{-\boxed{15}}$ s

(6) 放電によって失われるコンデンサー C のエネルギーがすべて抵抗 R_2 におけるジュール熱で消費されると仮定したとき，このジュール熱は何 J か。

$\boxed{16}.\boxed{17} \times 10^{\boxed{18}}$ J

空欄 $\boxed{1}$〜$\boxed{18}$ の選択肢：

①1　②2　③3　④4　⑤5

⑥6　⑦7　⑧8　⑨9　⓪0

3 水平な床面の左端の壁に固定された軽いばね（ばね定数 k）があり，その自由端に質量 m のブロック（木片）が取り付けられている。床とブロックの動摩擦係数は μ とする。重力加速度の大きさを g とし，空気抵抗など他の抵抗力は無視できるものとする。

初期条件 $t = 0$ でばねは自然長，ブロックに壁の方向へ速さ v_0 を与えて手を離す（以後，外力は加えない）。以下の仮定が成り立つとき，(1)〜(4) の問に対して最も適切な解答を選択肢から選べ。

仮定：

1. ばねは自然長より圧縮されたときのみ弾性力を及ぼし，伸び側（自然長より長い側）では力を出さない。

2. 摩擦は常に動摩擦で，その大きさは μmg で一定とする。

3. 初速度 v_0 は十分大きく，運動の途中で床から静止摩擦を受ける状況に移行することはない。

(1) ブロックが最大にばねを縮める長さ $x_{\max}$ として適切なものを次の選択肢から選べ。 $\boxed{1}$

① $\dfrac{m{v_0}^2}{2k}$

② $v_0\sqrt{\dfrac{m}{k}}$

③ $\dfrac{m}{k}\left(\sqrt{\mu^2 g^2 + \dfrac{k{v_0}^2}{m}} - \mu g\right)$

④ $\sqrt{{v_0}^2 - \dfrac{2\mu g m}{k}}$

⑤ $\dfrac{\mu m g}{k}$

⑥ 上記の中に適切な解はない

(2) 圧縮が最大になった瞬間までに摩擦力がした仕事 W_1 として適切なものを次の選択肢から選べ。

2

① $-\mu mgx_{\max}$

② $-2\mu mgx_{\max}$

③ $-\dfrac{k{x_{\max}}^2}{2}$

④ $-\dfrac{m{v_0}^2}{2}$

⑤ 0

⑥ 上記の中に適切な解はない

(3) ブロックが自然長の位置を再び通過するときの速さ v_1 として適切なものを次の選択肢から選べ。

3

① v_0

② $\sqrt{{v_0}^2 - 4\mu g x_{\max}}$

③ $\sqrt{{v_0}^2 - 2\mu g x_{\max}}$

④ $\sqrt{\left(\dfrac{k}{m}\right){x_{\max}}^2}$

⑤ 0

⑥ 上記の中に適切な解はない

(4) $K_1 = \dfrac{1}{2}m{v_1}^2$ と初期運動エネルギー $K_0 = \dfrac{1}{2}m{v_0}^2$ の比 K_1/K_0 として適切なものを次の選択肢から選べ。 4

① $1 - \dfrac{2\mu g x_{\max}}{K_0}$

② $1 - \dfrac{4\mu g x_{\max}}{{v_0}^2}$

③ $1 - \dfrac{\mu g x_{\max}}{K_0}$

④ $\dfrac{k{x_{\max}}^2}{K_0}$

⑤ 0

⑥ 上記の中に適切な解はない