龍谷大学　共通テスト物理対策

★　共通テスト物理の概要

●試験時間・大問数・設問数
- 60 分
- 大問　4 題（第 1 問は小問集合なので，様々な分野が含まれる）
- 設問数　約 20 問（2021 年 21 問＜第 1 日程＞　2022 年 20 問）

●問題のレベル
- 基礎〜標準レベル（ただし，工夫された問題もある）
- センター試験と比較して，思考力を要する問題が増加した。
- センター試験と比較して，問題文がやや長い。
  （時間配分に注意が必要）
- 見たことがない図，設定が出題されることがある。
  （文章で丁寧に誘導してくれるので，決して慌てない）

●平均点
- 2021 年第 1 日程　〜　62.36 点（得点調整前 57.82 点）
- 2021 年第 2 日程　〜　53.51 点
- 2022 年本試験　〜　60.72 点

センター試験時代から，物理の平均点は 60 点程度で安定している。（他教科のように，平均点が大きく変化することはほぼない。ただし，追試験を除く）

●出題分野
- 満遍なく出題されるが，熱力学・原子物理の割合がかなり低い。
- 力学・電磁気が中心。（苦手分野を絶対になくそう！）

注意！　〜　熱力学や原子物理が大問になる可能性もある。波動分野も含め，軽視できる分野はない。

★　共通テスト物理の対策

●有効な教材
- 教科書（例題・演習問題を利用）
- 教科書に付随する問題集（ただし，発展問題を除く）
- センター試験を含む，過去問すべて。

★過去問にチャレンジ！

2021 年，共通テスト物理第 1 日程の問題です。平均点が低かったのは，見たことがない図が出題された影響だと思います。（平均点　57.82 点）

こういった問題が出題された場合の対策について，動画で解説していますので，まずは問題を解いてみて下さい。その後，動画を視聴すると，今後の勉強法に何らかのヒントが得られるはずです。

● 2021 年　第 1 日程　物理

・解答時間　60 分

・このレジュメと，問題のページ番号がずれているのは，気にしないでください。問題用紙は本番と同じものです。余白がどの程度あるのか，確認してください。

物　　理

（解答番号 1 ～ 28 ）

第１問　次の問い（問１～５）に答えよ。（配点　25）

問 1　図１のように，台車の上面に水と少量の空気を入れて密閉した透明な水そうが固定されており，その上におもりが糸でつり下げられている。台車を一定の力で右向きに押し続けたところ，おもりと水そう内の水面の傾きは一定となった。このとき，おもりと水面の傾きを表す図として最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。ただし，空気の抵抗は無視できるものとする。

1

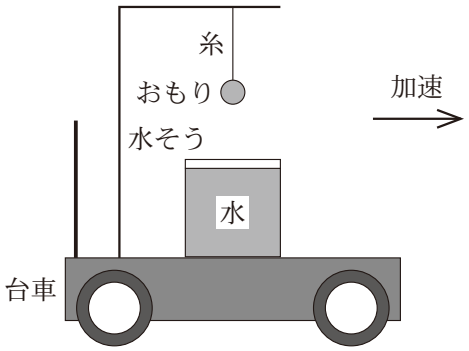
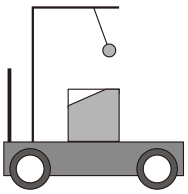
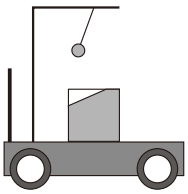


図　1

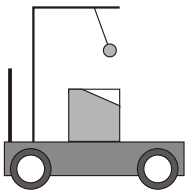
①



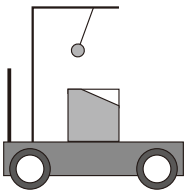
②



③



④



問 2　次の文章中の空欄 [2] に入れる数値として最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。

なめらかに回転する定滑車と動滑車を組合せた装置を用いて，質量 50 kg の荷物を，質量 10 kg の板にのせて床から持ち上げたい。質量 60 kg の人が，図 2 のように板に乗って鉛直下向きにロープを引いた。ロープを引く力を徐々に強めていったところ，引く力が [2] N より大きくなると，初めて荷物，板および自分自身を一緒に持ち上げることができた。ただし，動滑車をつるしているロープは常に鉛直であり，板は水平を保っていた。滑車およびロープの質量は無視できるものとする。また，重力加速度の大きさを 9.8 m/s^2 とする。

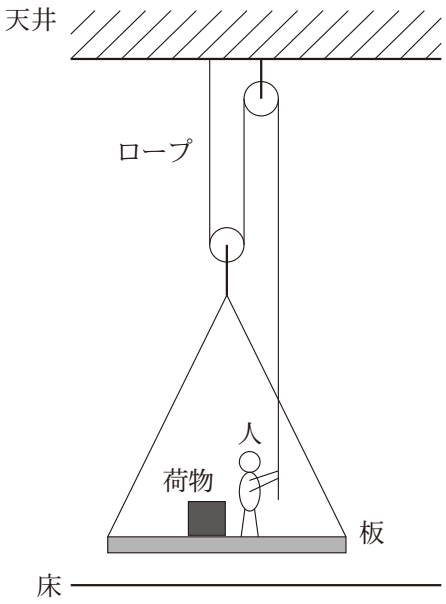


図　2

① 2.0×10^1　② 4.0×10^1　③ 6.0×10^1
④ 2.0×10^2　⑤ 3.9×10^2　⑥ 5.9×10^2

問 3　図 3 のように互いに平行な極板が，L，$2L$，$3L$ の 3 通りの間隔で置かれており，左端の極板の電位は 0 で，極板の電位は順に一定値 V（> 0）ずつ高くなっている。隣り合う極板間の中央の点 A～F のいずれかに点電荷を 1 つ置くとき，点電荷にはたらく静電気力の大きさが最も大きくなる点または点の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑨のうちから一つ選べ。ただし，点電荷が作る電場（電界）は考えなくてよい。 **3**

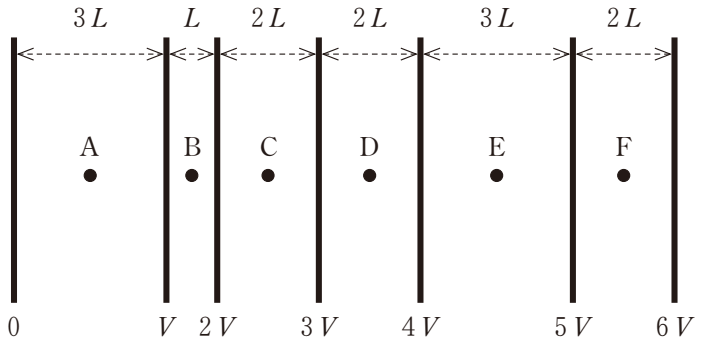


図　3

① A　② B　③ C
④ D　⑤ E　⑥ F
⑦ C と D と F　⑧ A と E　⑨ すべて

問 4　次の文章中の空欄 ア ～ ウ に当てはまる語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～⑥のうちから一つ選べ。 4

図 4 のように，A さんが静かな室内で壁を背にして，壁と B さんの間を振動数 f の十分大きな音を発するおんさを鳴らしながら，静止している B さんに向かって一定の速さで歩いてくる。このとき，B さんは 1 秒間に n 回のうなりを聞いた。これは B さんが，直接 B さんに向かってくる，振動数が f より ア 音波と，壁で反射して B さんに向かってくる，振動数が f より イ 音波の重ね合わせを聞いた結果である。A さんがさらに速く歩いたとき，B さんが聞く 1 秒あたりのうなりの回数は ウ 。ただし，A さんの移動方向は壁と垂直であり，A さんの背後の壁以外の壁，天井，床で反射した音は，無視できるものとする。

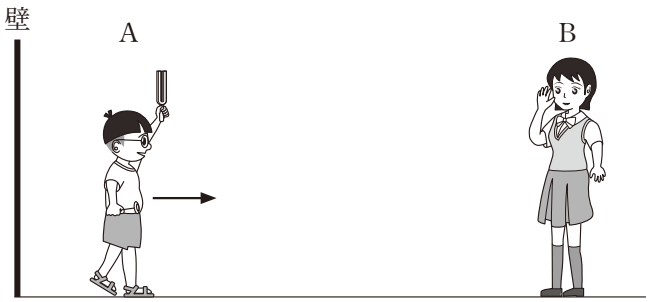


図　4

	ア	イ	ウ
①	大きい	小さい	多くなる
②	大きい	小さい	変化しない
③	大きい	小さい	少なくなる
④	小さい	大きい	多くなる
⑤	小さい	大きい	変化しない
⑥	小さい	大きい	少なくなる

問 5　次の文章中の空欄 **エ** ～ **カ** に入れる語と式の組合せとして最も適当なものを，次ページの①～④のうちから一つ選べ。 **5**

なめらかに動くピストンのついた円筒容器中に理想気体が閉じ込められている。図 5 (a)のように，この容器は鉛直に立てられており，ピストンは重力と容器内外の圧力差から生じる力がつり合って静止していた。つぎに，ピストンを外から支えながら円筒容器の上下を逆さにして，図 5 (b)のように外からの支えがなくても静止するところまでピストンをゆっくり移動させた。容器内の気体の状態変化が等温変化であった場合，静止したピストンの容器の底からの距離は $L_{\text{等温}}$ であった。また，容器内の気体の状態変化が断熱変化であった場合には $L_{\text{断熱}}$ であった。

図 6 は，容器内の理想気体の圧力 p と体積 V の関係（p–V グラフ）を示している。ここで，実線は **エ** ，破線は **オ** を表しており，これを用いると $L_{\text{等温}}$ と $L_{\text{断熱}}$ の大小関係は， **カ** である。

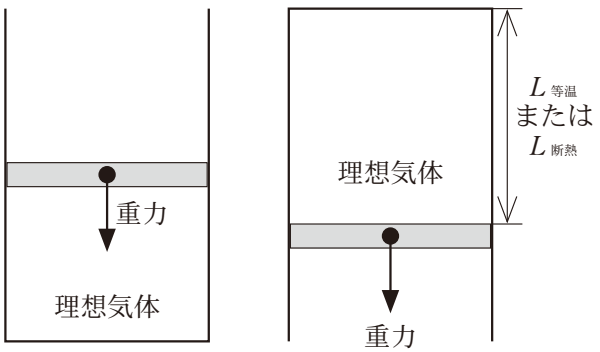


図　5

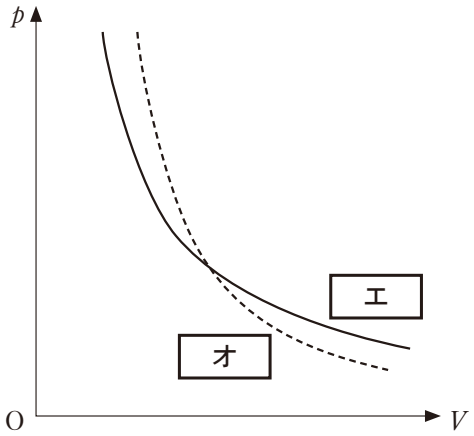


図　6

	エ	オ	カ
①	等温変化	断熱変化	$L_{等温} < L_{断熱}$
②	等温変化	断熱変化	$L_{等温} > L_{断熱}$
③	断熱変化	等温変化	$L_{等温} < L_{断熱}$
④	断熱変化	等温変化	$L_{等温} > L_{断熱}$

第 2 問　次の文章（**A**・**B**）を読み，下の問い（**問 1** ～ **6**）に答えよ。（配点　25）

A　図 1 のように，抵抗値が 10 Ω と 20 Ω の抵抗，抵抗値 R を自由に変えられる可変抵抗，電気容量が 0.10 F のコンデンサー，スイッチおよび電圧が 6.0 V の直流電源からなる回路がある。最初，スイッチは開いており，コンデンサーは充電されていないとする。

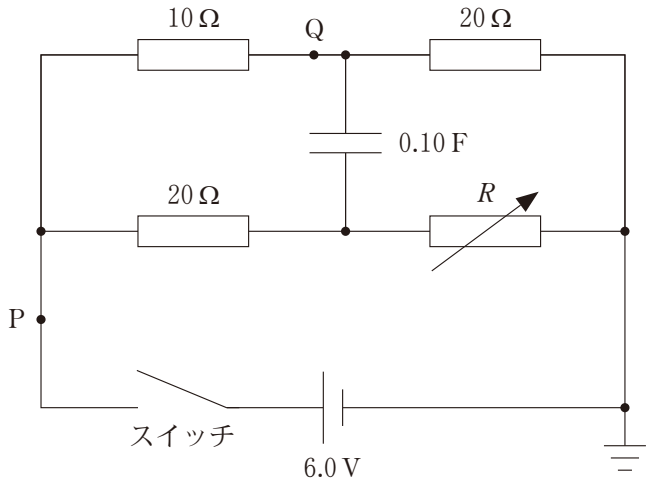
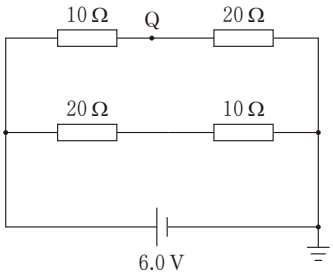


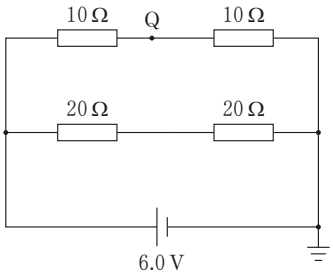
図　1

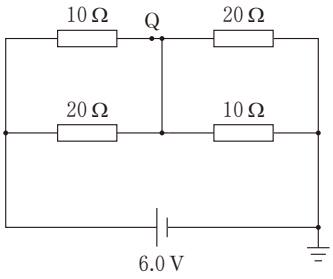
問 1　次の文章中の空欄 [6] に入れる選択肢として最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ，空欄 [7] ～ [9] に入れる数字として最も適当なものを，下の①～⓪のうちから一つずつ選べ。ただし，[7] ～ [9] には同じものを繰り返し選んでもよい。

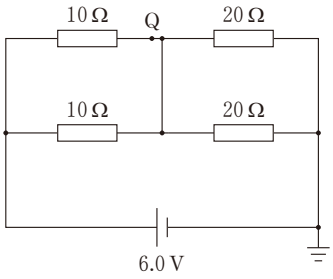
可変抵抗の抵抗値を $R = 10\,\Omega$ に設定する。スイッチを閉じた瞬間はコンデンサーに電荷は蓄えられていないので，コンデンサーの両端の電位差は 0 V である。スイッチを閉じた瞬間の回路は [6] と同じ回路とみなせ，スイッチを閉じた瞬間に点 Q を流れる電流の大きさを有効数字 2 桁で表すと [7] . [8] × $10^{-[9]}$ A である。

[6] の解答群

①


②


③


④


[7] ～ [9] の解答群

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⓪ 0

問 2　次の文章中の空欄 10 ・ 11 に入れる数値として最も適当なものを，下の①～⓪のうちから一つずつ選べ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。

可変抵抗の抵抗値は $R = 10\,\Omega$ にしたまま，スイッチを閉じて十分時間が経過すると，コンデンサーに流れ込む電流は 0 となる。このとき，図 1 の点 P を流れる電流の大きさは 10 A で，コンデンサーに蓄えられた電気量は 11 C であった。

① 0.10	② 0.20	③ 0.30	④ 0.40	⑤ 0.50
⑥ 0.60	⑦ 0.70	⑧ 0.80	⑨ 0.90	⓪ 0

問 3　スイッチを開いてコンデンサーに蓄えられた電荷を完全に放電させた。次に，可変抵抗の抵抗値を変え，再びスイッチを入れた。その後，点 P を流れる電流はスイッチを入れた直後の値を保持した。可変抵抗の抵抗値 R を有効数字 2 桁で表すと，どのようになるか。次の式中の空欄 12 ～ 14 に入れる数字として最も適当なものを，下の①～⓪のうちから一つずつ選べ。ただし，同じものを繰り返し選んでもよい。

$R =$ 12 . 13 $\times 10^{14}\,\Omega$

① 1	② 2	③ 3	④ 4	⑤ 5
⑥ 6	⑦ 7	⑧ 8	⑨ 9	⓪ 0

B　図 2 のように，鉛直上向きで磁束密度の大きさ B の一様な磁場(磁界)中に，十分に長い 2 本の金属レールが水平面内に間隔 d で平行に固定されている。その上に導体棒 a，b をのせ，静止させた。導体棒 a，b の質量は等しく，単位長さあたりの抵抗値は r である。導体棒はレールと垂直を保ったまま，レール上を摩擦なく動くものとする。また，自己誘導の影響とレールの電気抵抗は無視できる。

時刻 $t = 0$ に導体棒 a にのみ，右向きの初速度 v_0 を与えた。

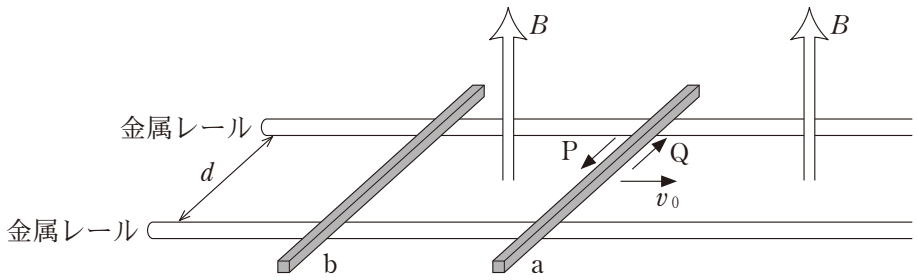


図　2

問 4　導体棒 a に流れる誘導電流に関して，下の文章中の空欄 ア ・ イ に入れる記号と式の組合せとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。 15

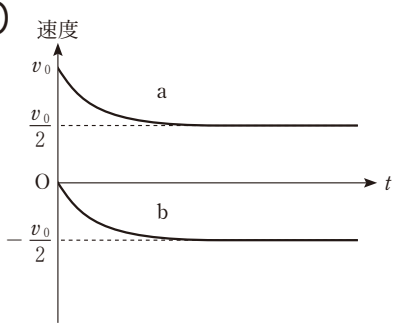
導体棒 a が動き出した直後に，導体棒 a に流れる誘導電流は図の ア の矢印の向きであり，その大きさは イ である。

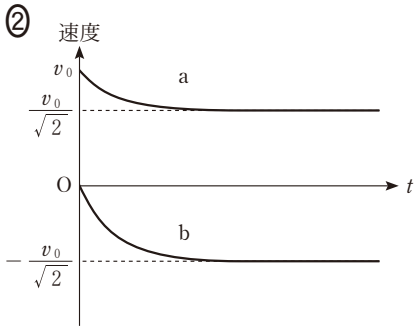
	①	②	③	④
ア	P	P	Q	Q
イ	$\frac{Bdv_0}{2r}$	$\frac{Bv_0}{2r}$	$\frac{Bdv_0}{2r}$	$\frac{Bv_0}{2r}$

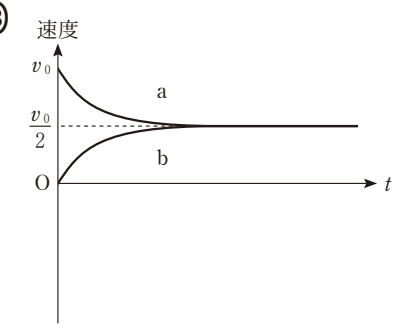
問 5　導体棒 a が動き始めると，導体棒 b も動き始めた。このとき，導体棒 a と b が磁場から受ける力に関する文として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 16

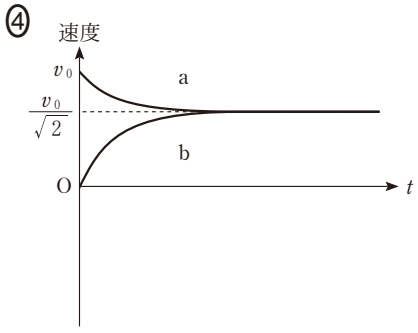
① 力の大きさは等しく，向きは同じである。
② 力の大きさは異なり，向きは同じである。
③ 力の大きさは等しく，向きは反対である。
④ 力の大きさは異なり，向きは反対である。

問 6　導体棒 a が動き始めたのちの，導体棒 a，b の速度と時間の関係を表すグラフとして最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。ただし，速度の向きは図 2 の右向きを正とする。 17

①


②


③


④


物　理

第 3 問　次の文章（**A**・**B**）を読み，下の問い（**問 1** ～ **6**）に答えよ。（配点　30）

A　図 1 のような装飾用にカット（研磨成形）したダイヤモンドは，さまざまな色で明るく輝く。その理由を考えよう。

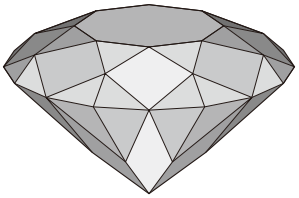


図　1

問 1　次の文章中の空欄 ア ～ ウ に入れる語句の組合せとして最も適当なものを，次ページの①～④のうちから一つ選べ。 18

ダイヤモンドがさまざまな色で輝くのは光の分散によるものである。断面を図 2 のようにカットしたダイヤモンドに白色光が DE 面から入り，AC 面と BC 面で反射したのち，EB 面から出て行く場合を考える。

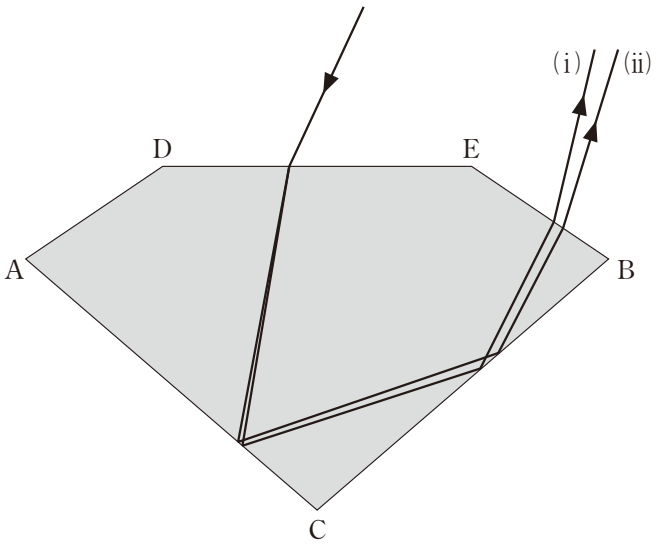


図　2

真空中では光速は振動数によらず一定である。ある振動数の光が媒質中に入射したとき，［ア］は変化しないで，［イ］が変化する。

$$\frac{\text{媒質中の［イ］}}{\text{真空中の［イ］}}$$

が光の色によって違うので分散が起こる。波長が異なる二つの光が同じ光路を通ってダイヤモンドに入射すると，図 2 のように(i)と(ii)の二つの光路に分かれた。ダイヤモンドでは波長の短い光ほど屈折率が大きくなることから，波長の短い方が図 2 の［ウ］の経路をとる。

	ア	イ	ウ
①	振動数	波　長	(i)
②	振動数	波　長	(ii)
③	波　長	振動数	(i)
④	波　長	振動数	(ii)

問 2　次の文章中の空欄 **エ** ・ **オ** に入れる式の組合せとして最も適当なものを，次ページの①～④のうちから一つ選べ。 19

次に，図 3 のように，DE 面のある点 P でダイヤモンドに入射し，AC 面に達する単色光を考える。この単色光でのダイヤモンドの絶対屈折率を n，外側の空気の絶対屈折率を 1 として，入射角 i と屈折角 r の関係は **エ** で与えられる。AC 面での入射角 θ_{AC} が大きくなって臨界角 θ_c を超えると全反射する。この臨界角 θ_c は **オ** から求められる。

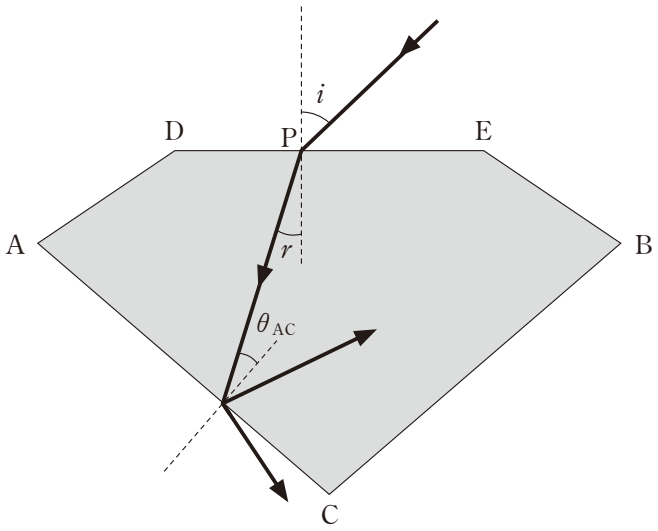


図　3

	エ	オ
①	$\sin i = n \sin r$	$\sin \theta_c = n$
②	$\sin i = n \sin r$	$\sin \theta_c = \dfrac{1}{n}$
③	$\sin i = \dfrac{1}{n} \sin r$	$\sin \theta_c = n$
④	$\sin i = \dfrac{1}{n} \sin r$	$\sin \theta_c = \dfrac{1}{n}$

問 3　つづいて，ダイヤモンドが明るく輝く理由を考えよう。

図 4 は，DE 面上のある点 P から入射した単色光の光路の一部を示している。この光の DE 面への入射角を i，AC 面への入射角を θ_{AC}，BC 面への入射角を θ_{BC} とする。

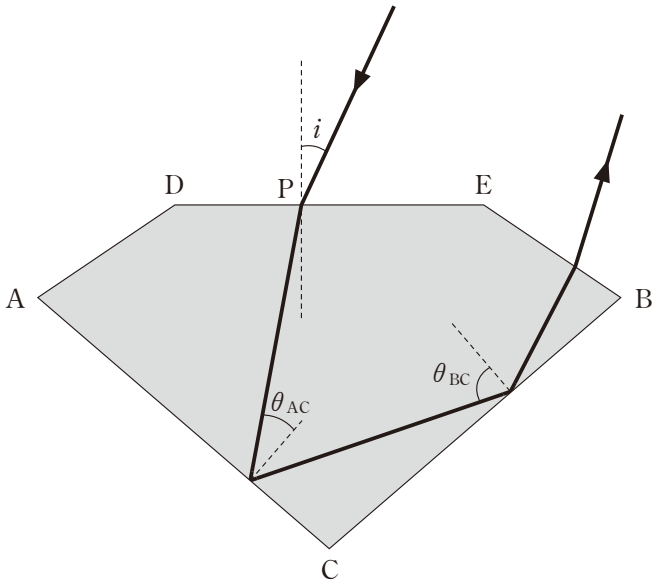
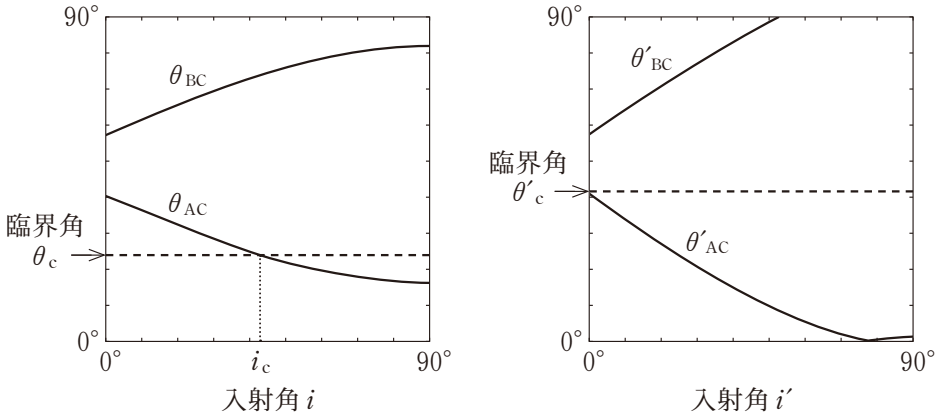


図　4

図 5 は入射角 i に対する θ_{AC} と θ_{BC} の変化を示す。(a)はダイヤモンドの場合を示す。(b)は同じ形にカットしたガラスの場合を示し，記号に ′ をつけて区別する。入射角が $i = i_c$ のとき，θ_{AC} はダイヤモンドの臨界角と等しい。



(a)　ダイヤモンド　　(b)　ガラス

図　5

図 5 を見て，次の文章中の空欄 **カ** ～ **ク** に入れる語句の組合せとして最も適当なものを，次ページの①～⑧のうちから一つ選べ。解答群中の「部分反射」は，境界面に入射した光の一部が反射し，残りの光は境界面を透過することを表す。 **20**

光は，ダイヤモンドでは，$0° < i < i_c$ のとき面 AC で **カ** し，$i_c < i < 90°$ のとき面 AC で **キ** する。ガラスでは，$0° < i' < 90°$ のとき面 AC で **ク** する。ダイヤモンドでは，$0° < i < 90°$ のとき面 BC で全反射する。ガラスでは，面 BC に達した光は全反射する。

	カ	キ	ク
①	全反射	全反射	全反射
②	全反射	全反射	部分反射
③	全反射	部分反射	全反射
④	全反射	部分反射	部分反射
⑤	部分反射	全反射	全反射
⑥	部分反射	全反射	部分反射
⑦	部分反射	部分反射	全反射
⑧	部分反射	部分反射	部分反射

図 5 の考察をもとに，次の文章中の空欄 ケ ・ コ に入れる語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。

21

ダイヤモンドがガラスより明るく輝くのは，ダイヤモンドはガラスより屈折率が ケ ため臨界角が小さく，入射角の広い範囲で二度 コ し，観察者のいる上方へ進む光が多いからである。

	ケ	コ
①	大きい	全反射
②	大きい	部分反射
③	小さい	全反射
④	小さい	部分反射

B　蛍光灯が光る原理について考えてみる。

図 6 は蛍光灯の原理を考えるための簡単な模式図である。ガラス管内のフィラメントを加熱して熱電子(電子)を放出させ，電圧 V で加速させる。

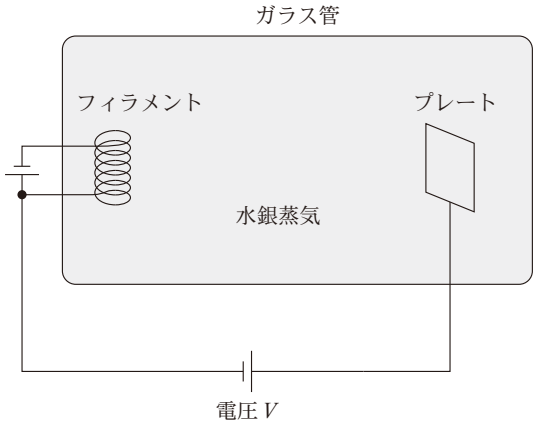


図　6

問 4　電子が電圧 V によって加速され，管内で水銀原子と一度も衝突せずにプレートに到達したとき，電子が得る運動エネルギーを表す式として正しいものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。ただし，電気素量を e とする。

22

① $\frac{1}{2}eV$　　② eV　　③ $\frac{3}{2}eV$

④ $\frac{1}{2}eV^2$　　⑤ eV^2　　⑥ $\frac{3}{2}eV^2$

加速された電子が水銀原子に衝突した場合には，図 7 のような二つの過程(a)，(b)が考えられる。図に示したように，水銀原子が動いた向きを y 軸の負の向きとし，衝突は xy 平面内で起こったものとする。

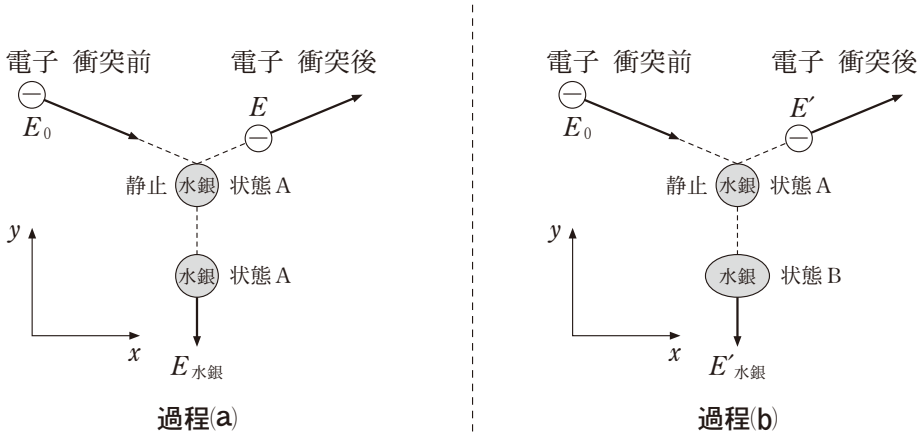


図　7

過程(a)　運動エネルギー E_0 の電子と状態 A で静止している水銀原子が衝突し，電子の運動エネルギーは E となる。水銀原子は状態 A のまま，運動エネルギー $E_{水銀}$ をもって運動する。

過程(b)　運動エネルギー E_0 の電子と状態 A で静止している水銀原子が衝突し，電子の運動エネルギーは E' となる。水銀原子は状態 A よりエネルギーが高い状態 B に変化して，運動エネルギー $E'_{水銀}$ をもって運動する。

状態 B の水銀原子は，やがてエネルギーの低い状態 A に戻り，そのとき紫外線を放出する。その後，この紫外線が蛍光灯管内の蛍光物質にあたって，可視光線が生じる。

問 5　それぞれの過程における衝突の前後で，電子と水銀原子の運動量の和はどうなるか。最も適当なものを，次の①～⑥のうちから一つ選べ。 23

	過程(a)の運動量の和	過程(b)の運動量の和
①	保存する	保存する
②	保存する	x 方向は保存するが y 方向は保存しない
③	保存する	保存しない
④	保存しない	保存する
⑤	保存しない	x 方向は保存するが y 方向は保存しない
⑥	保存しない	保存しない

問 6　それぞれの過程における衝突後，電子と水銀原子の運動エネルギーの和はどうなるか。最も適当なものを，次の①～⑨のうちから一つ選べ。 24

	過程(a)の運動エネルギーの和	過程(b)の運動エネルギーの和
①	増える	増える
②	増える	変化しない
③	増える	減る
④	変化しない	増える
⑤	変化しない	変化しない
⑥	変化しない	減る
⑦	減る	増える
⑧	減る	変化しない
⑨	減る	減る

物　理

第 4 問　次の問い(**問 1** ～ **4**)に答えよ。(配点　20)

A さんは固定した台座の上に立っていて，B さんは水平な氷上に静止したそりの上に立っている。図 1 のように，A さんが質量 m のボールを速さ v_A，水平面となす角 θ_A で斜め上方に投げたとき，ボールは速さ v_B，水平面となす角 θ_B で，B さんに届いた。そりと B さんを合わせた質量は M であった。ただし，そりと氷との間に摩擦力ははたらかないものとする。空気抵抗は無視できるものとし，重力加速度の大きさを g とする。

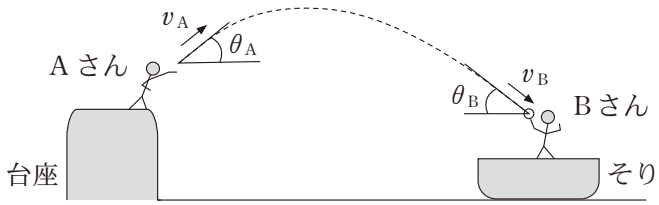


図　1

問 1　A さんが投げた瞬間のボールの高さと，B さんに届く直前のボールの高さが等しい場合には，$v_A = v_B$，$\theta_A = \theta_B$ である。図 1 のように，A さんが投げた瞬間のボールの高さの方が，B さんに届く直前のボールの高さより高いとき，v_A，v_B，θ_A，θ_B の大小関係を表す式として正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 **25**

① $v_A > v_B$，$\theta_A > \theta_B$

② $v_A > v_B$，$\theta_A < \theta_B$

③ $v_A < v_B$，$\theta_A > \theta_B$

④ $v_A < v_B$，$\theta_A < \theta_B$

問 2　B さんが届いたボールを捕球して，そりと B さんとボールが一体となって氷上をすべり出す場合を考える。捕球した後，そりと B さんの速さが一定値 V になった。V を表す式として正しいものを，次の①～④のうちから一つ選べ。$V =$ 26

① $\dfrac{(m+M)v_{\mathrm{B}}\cos\theta_{\mathrm{B}}}{M}$　　② $\dfrac{(m+M)v_{\mathrm{B}}\sin\theta_{\mathrm{B}}}{M}$

③ $\dfrac{mv_{\mathrm{B}}\cos\theta_{\mathrm{B}}}{m+M}$　　④ $\dfrac{mv_{\mathrm{B}}\sin\theta_{\mathrm{B}}}{m+M}$

問 3　**問 2** のように，B さんが届いたボールを捕球して一体となって運動するときの全力学的エネルギー E_2 と，捕球する直前の全力学的エネルギー E_1 との差 $\Delta E = E_2 - E_1$ について記述した文として最も適当なものを，次の①～④のうちから一つ選べ。 27

① ΔE は負の値であり，失われたエネルギーは熱などに変換される。

② ΔE は正の値であり，重力のする仕事の分だけエネルギーが増加する。

③ ΔE はゼロであり，エネルギーは常に保存する。

④ ΔE の正負は，m と M の大小関係によって変化する。

問 4　図 2 のように，B さんが届いたボールを捕球できず，ボールがそり上面に衝突し跳ね返る場合を考える。このとき，衝突前に静止していたそりは，衝突後も静止したままであった。ただし，そり上面は水平となっており，そり上面とボールの間には摩擦力ははたらかないものとする。

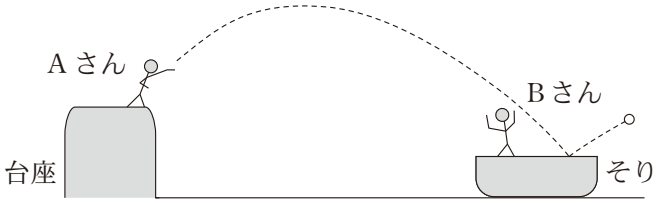


図　2

以下の A さんと B さんの会話の内容が正しくなるように，次の文章中の空欄 ア ・ イ に入れる語句の組合せとして最も適当なものを，下の①～④のうちから一つ選べ。 28

A さん：あれ？そりはつるつるの氷の上にあるのに，全然動かなかったのは，どうしてなんだろう？

B さん：全然動かなかったということは，ボールからそりに ア と言えるわけだね。

A さん：こうなるときには，ボールとそりは必ず弾性衝突しているんだろうか？

B さん： イ と思うよ。

	ア	イ
①	与えられた力積がゼロ	そうだね，エネルギー保存の法則から必ず弾性衝突になる
②	与えられた力積がゼロ	いいえ，鉛直方向の運動によっては弾性衝突とは限らない
③	はたらいた力の水平方向の成分がゼロ	そうだね，エネルギー保存の法則から必ず弾性衝突になる
④	はたらいた力の水平方向の成分がゼロ	いいえ，鉛直方向の運動によっては弾性衝突とは限らない

Ⓨ

物　　理（100点満点）

問題番号(配点)	設問		解答番号	正解	配点
第1問 (25)	1		1	4	5
	2		2	5	5
	3		3	2	5
	4		4	1	5
	5		5	2	5*1
第2問 (25)	A	1	6	3	2
			7	3	2*2
			8	0	
			9	1	
		2	10	4	3
			11	2	3
		3	12	4	3*3
			13	0	
			14	1	
	B	4	15	2	4
		5	16	3	4
		6	17	3	4
第3問 (30)	A	1	18	1	4
		2	19	2	4
		3	20	4	4
			21	1	4
	B	4	22	2	4
		5	23	1	5
		6	24	6	5
第4問 (20)	1		25	4	5
	2		26	3	5
	3		27	1	5
	4		28	4	5*4

(注)
1　＊1は，1を解答した場合は3点を与える。
2　＊2は，解答番号6で3を解答し，かつ，全部正解の場合のみ点を与える。
3　＊3は，全部正解の場合のみ点を与える。
4　＊4は，3を解答した場合は3点を与える。