

理科

大学入学共通テスト について

徹底分析！

物理基礎・物理

 第一学習社

① 共通テストの問題作成方針

＜物理基礎，化学基礎，生物基礎，地学基礎＞

日常生活や社会との関連を考慮し，科学的な事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則などの理解と，それらを活用して科学的に探究を進める過程についての理解などを重視する。問題の作成に当たっては，身近な課題等について科学的に探究する問題や，得られたデータを整理する過程などにおいて数学的な手法を用いる問題などを含めて検討する。

＜物理，化学，生物，地学＞

科学の基本的な概念や原理・法則に関する深い理解を基に，基礎を付した科目との関連を考慮しながら，自然の事物・現象の中から本質的な情報を見いだしたり，課題の解決に向けて主体的に考察・推論したりするなど，科学的に探究する過程を重視する。問題の作成に当たっては，受験者にとって既知ではないものも含めた資料等に示された事物・現象を分析的・総合的に考察する力を問う問題や，観察・実験・調査の結果などを数学的な手法を活用して分析し解釈する力を問う問題などとともに，科学的な事物・現象に係る基本的な概念や原理・法則などの理解を問う問題を含めて検討する。

なお，大学入試センター試験で出題されてきた理科の選択問題については，設定しないこととする。

② 共通テストの実施概要

実施日：2021年1月16日・17日

物理基礎：試験時間 30 分*，50 点満点 *基礎を付した 2 科目で 60 分

物理：試験時間 60 分，100 点満点

＜物理基礎＞

■ 概要 大問は全部で 3 題あり，第 1 問は小問集合である。問 4 が会話形式の問題で，誤りを含むものを 2 つ選ぶものであった。第 2 問は A・B に分かれていた。A は，音についてオシロスコープで観測したギターの波形を考える問題で，B は，ニクロム線の抵抗値を商品ラベルの表示から求めて，計算に用いる新しい形式であった。第 3 問は，これまでのセンター試験では A・B に分かれていたが，1 つにまとめたものとなった。問 2 では，計算した数値を 1 桁ずつ選ばせるというこれまでにない解答形式のものが出題されている。

マーク数は，全体で 19 となり，昨年の 13 よりも増えているが，負担増ということはない。一方で，問題の形式は変化し，日常生活と関連して，基本的な概念や原理・法則などの理解や活用を求める問題の割合が増加した。また，1 つの問いに対して答えを 2 つ選択させるものや，部分点を与えたり，前の問題と連動して点を与えたりするものがあった。選択肢の数が 4 つと少ない設問も多かった。

問題の難易度としては，やや易化している。しかし，必要な情報を読み取って考察する力が必要とされているので，よく考えながら教科書を丁寧に学ぶ姿勢が大切である。その上で，標準的な問題集に取り組んでおけば，十分に対応できるものである。

■ 問題構成

		設問数	マーク数	問題のねらい
第 1 問		4	6	力・電気・電磁波・熱の分野からの小問集合である。簡易な状況を設定したり，会話形式を用いたりして，物理学の基本的概念や知識を正確に理解し，活用する力を問う。
第 2 問	A	2	3	ギターの音をオシロスコープで観測した波形を取り上げている。倍音が混ざることによって特有の波形ができることに気づかせる問題になっている。グラフや表から情報を読み取り，基本的な知識を活用して現象を理解し，課題を解決する力を問う。
	B	3	3	変圧器と，ニクロム線を用いてペットボトルを切断するカッターとを組み合わせた問題である。ニクロム線の商品ラベルを読み取って計算に用いるという，具体的な場面で知識を活用して課題を解決する力を問う。
第 3 問		5	7	前半では，記録タイマーを用いて台車の加速度を測定する実験で，基本的な知識を活用し，計算する力を問う。後半では，スマートフォンの加速度測定機能を利用した測定を行っている。そのデータをグラフ化したものを適切に読み取って解釈し，考察する力を問う。
合計		14	19	

第1問

問 3 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、下の①～⑥のうちから一つ選べ。 **4**

電磁波は電氣的・磁氣的な振動が波となって空間を伝わる。周波数(振動数)が小さいほうから順に、電波、赤外線、可視光線、紫外線、X線、 γ 線のよう
に大まかに分類される。これらは、私たちの生活の中でそれぞれの特徴を活か
して利用されている。**ア** は日焼けの原因であり、また殺菌作用があるた
め殺菌灯に使われている。携帯電話、全地球測位システム(GPS)、ラジオは
イ を利用して情報を伝えている。X線はレントゲン写真に使われてい
る。**ウ** はがん細胞に照射する放射線治療に使われている。

	ア	イ	ウ
①	可視光線	γ 線	電 波
②	可視光線	電 波	γ 線
③	赤外線	γ 線	電 波
④	赤外線	電 波	γ 線
⑤	紫外線	γ 線	電 波
⑥	紫外線	電 波	γ 線

電磁波に関する一般的な知識を問うている。教科書に掲載されている内容ではあるが、物理の学習事項というよりも、一般常識に近いものであり、これまであまり見られなかった出題である。

●対策

教科書の学習では、用語の名称を単に覚えればよいというわけではない。どのような特徴や性質があるのかを踏まえ、日常生活における事物や現象との関わりを知っておきたい。また、普段から、新聞やテレビなどで科学的な内容に興味をもっておくことである。学校での学習で完結するのではなく、学校で学んだことから興味を広げていく姿勢が大切である。

第1問

問4 プールから帰ってきたAさんが、同級生のBさんと熱に関する会話を交わしている。次の会話文を読み、下線部に誤りを含むものを①～⑤のうちから二つ選べ。ただし、解答番号の順序は問わない。

5 6

Aさん：プールで泳ぐのはすごくいい運動になるよね。ちょっと泳いだけでヘトヘトだよ。水中で手足を動かすのに使ったエネルギーは、いったいどこにいつてしまうんだろう？

Bさん：水の流れや体が進む運動エネルギーもあるし、①手足が水にした仕事で、その水の温度が少し上昇するぶんもあると思うよ。仕事は、熱エネルギーになったりもするからね。たしか、エネルギーは、②熱エネルギーになってしまうと、その一部でも仕事に変えられないんだったね。

Aさん：物理基礎の授業で、熱が関係するような現象は不可逆変化だって習ったよ。でも、③不可逆変化のときでも熱エネルギーを含めたすべてのエネルギーの総和は保存されているんだよね。

Bさん：授業で、物体の温度は熱運動と関係しているっていうことも習ったよね。たとえば、④1気圧のもとで水の温度を上げていったとき、水分子の熱運動が激しくなって、やがて沸騰するわけだね。

Aさん：それじゃ逆に温度を下げたら、熱運動は穏やかになるんだね。冷凍庫の中の温度は -20°C とか、業務用だともっと低いらしいよ。太陽から遠く離れた惑星の表面温度なんて、きっと、ものすごく低いんだろうね。

Bさん：そうだね、天王星とか、海王星の表面だと -200°C より低い温度らしいね。もっと遠くでは、⑤ -300°C よりも低い温度になることもあるはずだよ。そんなところじゃ、宇宙服を着ないと、すぐに凍ってしまうね。

身近な話題について、科学的な事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則などの理解をもとに、それらを活用して科学的に探究する過程を問うている。会話文での出題形式は、これまでのセンター試験にはない新しい形式である。平易な内容ながら、②では「その一部でも」、③では「不可逆変化のときでも」、⑤では「 -300°C よりも低い」など、授業ではあまり見られないような言い回しがあり、迷いが生じる。また、「誤りを含むものを2つ選ぶ」のも新しい解答形式である。

●対策

公式を導いて、計算問題を解けるようにするというだけの学習では、対応が難しい。物理では、さまざまな条件の下で関係式を導いていくので、その過程でどのような条件があり、どのような理想化を行ったのかを明確にしながら学習を進めることが大切である。そのうえで、アクティブラーニングの要素を取り入れ、正誤問題などをクイズ感覚で議論していくことも有効である。

第2問

問5 次の文章中の空欄 12 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。

この変圧器をコンセントにつなぎ、発生するジュール熱でペットボトルを切断するカッターを作る。図5のように、絶縁体の枠にニクロム線を取り付けて、カッターの切断部とした。その長さは16 cmであった。図6は使用したニクロム線の商品ラベルである。交流の電圧計や電流計が表示する値を使うと、交流でも直流と同様に消費電力が計算できる。それによれば、このカッターの消費電力は 12 W である。ただし、ニクロム線の電気抵抗は、温度によらず一定とする。

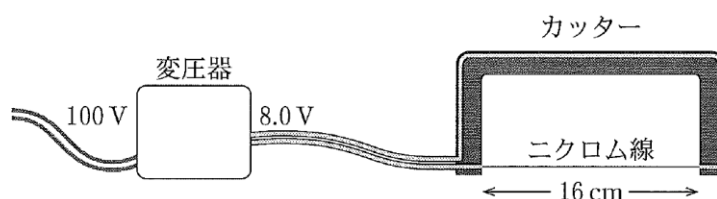


図 5

品 名	ニクロム線(ニッケルクロム)
直 径	0.4 mm 全体の長さ 1 m
最高使用温度	1100 ℃
長さ 1 m あたりの抵抗値	8.0 Ω

図 6

※実際の商品ラベルをもとに作成。数値を一部変更した。

- | | | |
|-------|-------|-------|
| ① 0.5 | ② 1.3 | ③ 8 |
| ④ 50 | ⑤ 82 | ⑥ 800 |

計算に必要な情報が何かを理解していれば、容易な問題である。しかし、日常生活との関連が重視されており、カッターに取り付けたニクロム線の抵抗の値を直接与えずに、商品ラベルから求めさせるという、これまでにない設定である。

●対策

問題演習において、計算に必要な情報だけを与えるのではなく、さまざまな情報を織り交ぜ、その中から必要なものだけを抽出して計算する問題を取り上げるようにするとよい。単なる計算問題でも、複数の過程を経て求めることで、学習した一般式に対する理解を深めることができる。

第3問

次に、台車から記録テープを取りはずし、図3のように加速度測定機能のついたスマートフォンを台車に固定し、加速度を測定した。

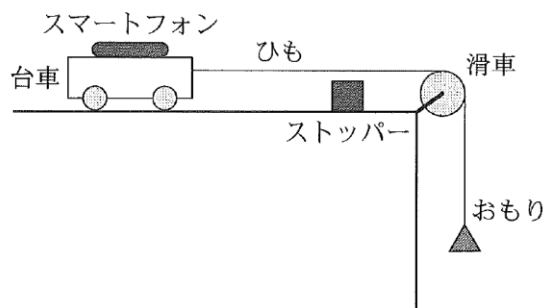


図 3

測定を開始してからおもりを落下させ、台車がストッパーによって停止したことを確認して測定を終了した。

スマートフォンには図4のような画面が表示された。図4は縦軸が加速度、横軸が時間である。ただし、スマートフォンは台車の進む向きを正とした加速度を測定している。また、台車が停止する直前の加速度はグラフの表示範囲を超えていた。

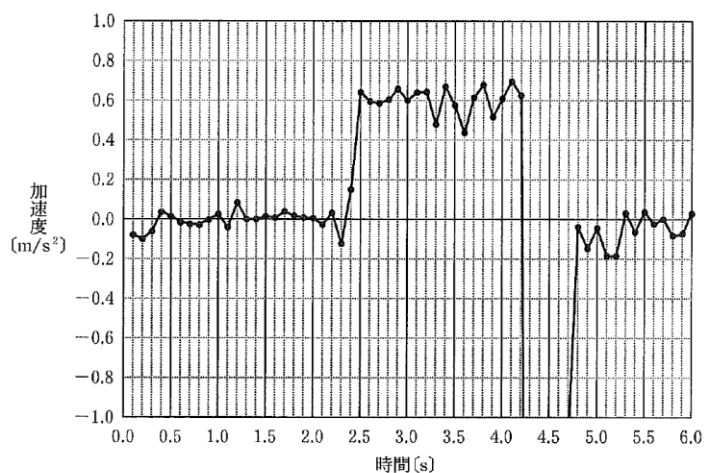


図 4

問 4 図4から等加速度運動をしている時間を読み取り、加速度の値 0.60 m/s^2 を用いると、台車がストッパーに接触する直前の速さ v_1 を求めることができる。 v_1 はいくらか。次の式の空欄 18 に入れる数値として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つ選べ。

$$v_1 = \text{ 18 } \text{ m/s}$$

① 0.40

② 1.0

③ 1.6

④ 2.2

スマートフォンをセンサーとして用いた，加速度運動の実験に関する問題である。実験データをグラフ化してスマートフォンで表示させるという，新しい手法を取り入れた設定になっている。きれいに整えられていない生のグラフを読み取り，実際の運動を洞察する力を確かめるねらいがある。これまでのセンサー試験では見られなかった形式である。実際的な場面で，学んできた知識を活用する力も問われている。

●対策

公式にあてはめることができても，現実在即して示された事物・現象を分析的，総合的に考察する力が弱い生徒は多いと思われる。日常の事物・現象などに対して原理や法則を適用し，考えさせる訓練をするようにしたい。また，グラフに慣れておく必要があるので，学習する関係式なども，グラフで表すどのようなようになるかを丁寧に扱うようにするとよい。教科書に掲載されているグラフは，関係式をグラフ化したものや，理想化したグラフであり，きれいな直線や曲線となるものがほとんどである。実際の測定値に基づくグラフがどのようなものか，生徒に伝えたうえで，その読み取り方についても触れておきたい。実験においても，可能であればセンサーを活用し，生のグラフを扱う機会を増やすようにするとよい。

<物理>

■ **概要** 大問は全部で4題あり、センター試験のときの5題から減少している。第1問は小問集合であり、第2、3問はそれぞれA・Bに分かれていた。これまでのセンター試験にあった選択問題はなくなった。また、計算した数値を1桁ずつ選ばせるというこれまでにない解答形式があり、選択肢の数が4つと少ない設問も多かった。設問数は21であり、昨年の設問数20から1だけ増加したが、前述の解答形式の問題などの影響により、マーク数は、昨年の20よりも大きく増え、28であった。

煩雑な計算を必要とする出題はなかったが、物理の概念や現象への理解を問う問題が大きく増加しており、問題の難易度はやや難化したといえる。問題の形式がこれまでのセンター試験に比べて変わっていることや、マーク数が多くなっていたことなども影響し、正答率は昨年よりも低くなったものと思われる。

問題の題材にダイヤモンドを取り上げたり、会話形式での考察を問題にしたりするなど、具体的な場面を設定した出題が目立ち、基本的な学習内容でも、確かな理解や、思考力や判断力が必要な出題であったといえる。

■ 問題構成

		設問数	マーク数	問題のねらい
第1問		5	5	物理的な事物・現象に関する原理・法則についての理解を基に、力学、電気、音波、気体と熱の分野における知識を活用する力を問う。
第2問	A	3	9	抵抗とコンデンサーを含む直流回路に関する問題である。等価回路を考えたり、ホイートストンブリッジ回路の考え方を使ったりするなど、身につけた知識を活用して課題を解決する力を問う。
	B	3	3	電磁誘導と2本の導体棒の運動に関する問題である。速度の変化のようすを、運動量保存の法則を適用して、課題を解決する力を問う。
第3問	A	3	4	ダイヤモンドというよく知られたものを題材として、屈折や全反射について考察し、明るく輝く理由を考えさせる問題である。計算はほとんどなく、図を読み取る力や、グラフを解釈する力を問う。
	B	3	3	蛍光灯が光る原理について考える問題である。電子が水銀と衝突するとき、エネルギー、運動量のそれぞれはどのようにになっているのか、獲得した知識を活用し、課題を解決する力を問う。
第4問		4	4	ボールの捕球時にどのようなことがいえるのかに関する問題である。放物運動や運動量、はね返りやエネルギーなど、知識を総合的に活用して、課題を解決する力を問う。
合計		21	28	

■ 特徴的な問題

第 1 問

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。

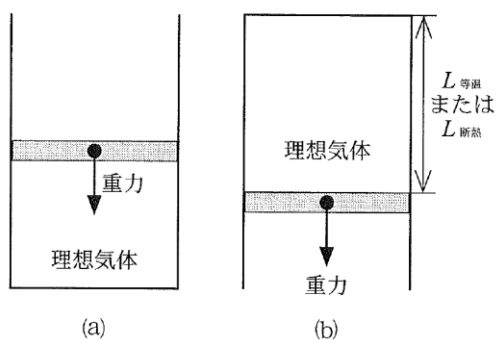


図 5

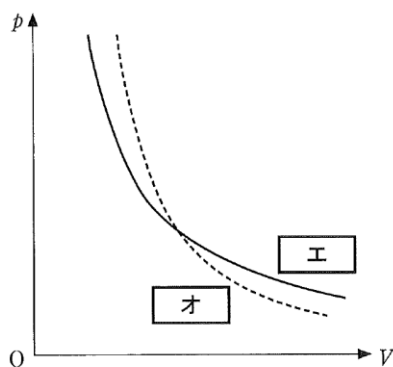


図 6

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

$p-V$ グラフを読み取り、解釈する力を確かめるねらいがある。気体の状態変化において変わる量と変わらない量とを見極め、その特徴をもとに $p-V$ グラフから答えを導く。

、

では、等温膨張に対して、断熱膨張では温度が下がることから、グラフを選ぶことができ、

では、膨張して圧力が同じであれば体積がどうなるのかがすぐにわかる。このように平易な内容ながら、獲得した知識を正しく的確に用いるには、柔軟で深い思考力が必要である。

●対策

公式を導いて、計算問題を解けるようにするというだけの授業目標では、対応が難しい。 $p-V$ グラフに限らず、グラフと組み合わせて各種の状態変化を取り扱っておくとよい。熱力学の第1法則をもとに、定性的に内部エネルギーの変化や、熱の出入り、仕事のやり取りが判断できるようにしておきたい。また、断熱変化の $p-V$ グラフは、等温曲線も一緒に表示した状態で学習しておく必要がある。

第2問

問1 次の文章中の空欄 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 ～ に入れる数字として最も適当なものを、下の①～④のうちから一つずつ選べ。ただし、 ～ 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 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 . $\times 10^{-\text{$ A である。

～ の解答群

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 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 ～ に入れる数字として最も適当なものを、下の①～④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。

$$R = \text{} . \text{} \times 10^{\text{$$

- | | | | | |
|-----|-----|-----|-----|-----|
| ① 1 | ② 2 | ③ 3 | ④ 4 | ⑤ 5 |
| ⑥ 6 | ⑦ 7 | ⑧ 8 | ⑨ 9 | ⑩ 0 |

これまでのセンター試験になかった新しい解答形式である。数値計算の結果を、指数部分も含めて1桁ずつ選択肢から選んで答えるものである。これまでも、数学で似たような解答形式で出題されてきたが、数学では選択肢がなく、答え方が統一的に示されている。その点で物理とは少し異なっている。

●対策

これまでの数値計算では、得られた数値全体を選択するので、おおざっぱな計算でも解答を選択することができた。数値を1桁ずつ答える形式では、正確に計算することが大切になる。物理的な内容は理解していて、式を正しく立てることができる生徒でも、計算を間違えることが多い。特に、指数の演算には注意が必要である。この解答形式では、 $\times 10^1$ 、 $\times 10^0$ 、 $\times 10^{-1}$ という、通常あまり使わない表現も用いられているので指導が必要である。

第3問

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。

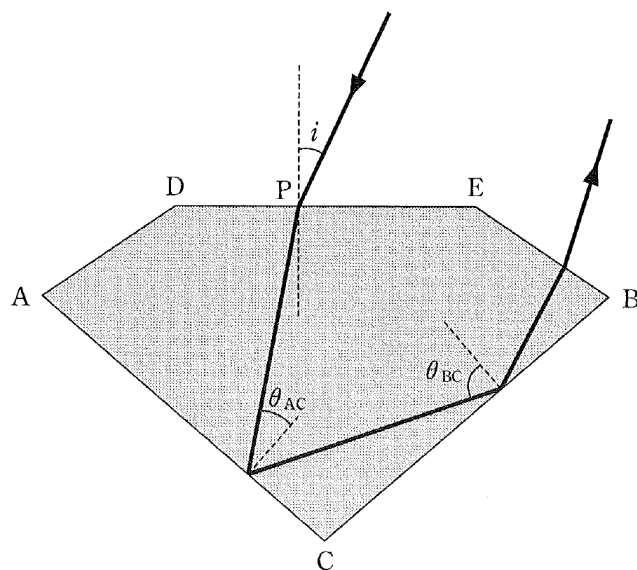


図 4

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。

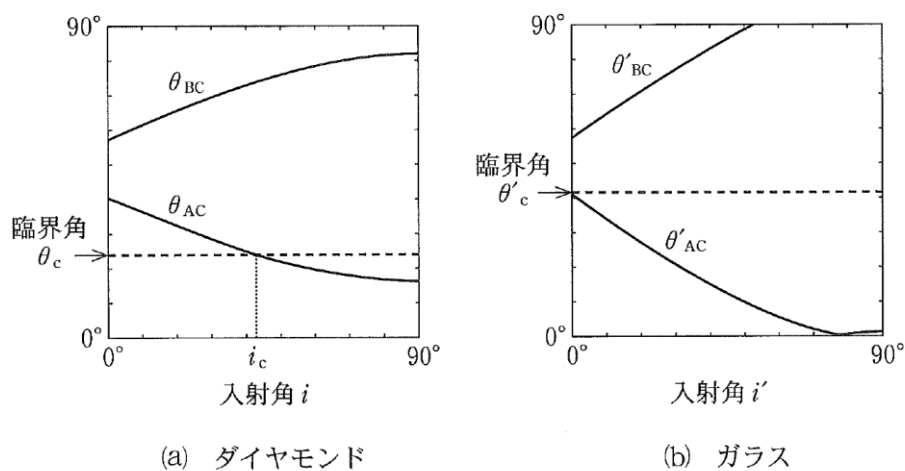


図 5

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、 $0^\circ < i < i_c$ のとき面 AC で **カ** し、 $i_c < i < 90^\circ$ のとき面 AC で **キ** する。ガラスでは、 $0^\circ < i' < 90^\circ$ のとき面 AC で **ク** する。ダイヤモンドでは、 $0^\circ < i < 90^\circ$ 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

よく知られているダイヤモンドの輝きについて、全反射に関する知識と与えられたグラフをもとに科学的に考察する力を問うている。図5のグラフは、縦軸が何を表しているのかが明確に示されていないこともあって、生徒にとって読み取りが大変難しい。また、問題中にある「部分反射」という言葉は、注釈が加えられているが、授業ではあまり使われることがないものと思われる。全体としては、問題が読み切れなかった生徒が多かったのではないだろうか。

●対策

物理は公式をあてはめて計算するだけではない。図から傾向を把握する力が大切である。図4で、 i の増減に応じて、 θ_{AC} 、 θ_{BC} の増減がどうなるのかがわかれば、比較的容易に解答することができる。公式には注意を払っているが、図やグラフに対しては注意が不足している生徒は多い。普段から、教科書にある図やグラフを丁寧に読み解くようにする必要がある。

第4問

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 ・ 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。

Aさん：あれ？そりはつつつ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 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： 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

具体的な場面を設定して、事物・現象に関する基本的な概念や原理・法則などの理解をもとに、それらを活用して科学的に探究する過程を問うている。会話文での出題形式はこれまでのセンター試験にはない新しい形式である。

●対策

授業のいろいろな場面で、生徒自身の言葉で議論を進める機会をつくるのがよい。アクティブラーニングの要素を取り入れ、生徒間で議論し、正しい説明、誤りを含む発言を見抜く力を育てていく必要がある。

本分析資料のほか、他教科・他科目の分析資料(PDF)も
ダウンロードできます。



 **第一学習社**

広島本社

733-8521 広島市西区横川新町 7-14

TEL 082-234-6800

 **第一学習社**