

理 科

注 意 事 項

1. 試験開始の合図があるまで、この問題冊子を開いてはいけない。
2. 出題分野、頁および選択方法は、下表のとおりである。

| 出題分野 | 頁 | 選 択 方 法 |
|------|-------|-------------------------------|
| 物 理 | 1～12 | 左の3分野のうちから2分野を選択し、 解答しなさい。 |
| 化 学 | 13～23 | |
| 生 物 | 24～38 | |

3. 試験開始後、頁の落丁・乱丁及び印刷不鮮明、解答用紙の汚れ等に気付いた場合は、手を挙げて監督者に知らせること。
4. 監督者の指示にしたがって解答用紙の該当欄に下記のようにそれぞれ正しく記入し、マークせよ。

① 受験番号欄

受験番号を4ケタで記入し、さらにその下のマーク欄に該当する4ケタをマークせよ。(例)受験番号 0025 番 →

| | | | |
|---|---|---|---|
| 0 | 0 | 2 | 5 |
|---|---|---|---|

 と記入。

② 氏名欄 氏名・フリガナを記入せよ。

③ 解答分野欄

解答する分野名2つを○で囲み、さらにその下のマーク欄にマークせよ。

5. 受験番号および解答する分野が正しくマークされていない場合は、採点できないことがある。

6. 解答は、解答用紙の解答欄にHB鉛筆で正確にマークせよ。


例えば

| |
|----|
| 15 |
|----|

 と表示された問題の正答として④を選んだ場合は、次の(例)のように解答番号15の解答欄の④を濃く完全にマークせよ。薄いもの、不完全なものは解答したことにはならない。

(例)

| 解答番号 | 解 答 欄 | | | | | | | | | |
|------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 15 | ① | ② | ③ | ● | ⑤ | ⑥ | ⑦ | ⑧ | ⑨ | ⑩ |

7. 解答を修正する場合は必ず「消しゴム」であとが残らないように完全に消すこと。鉛筆の色や消しくずが残ったり、 のような消し方などをした場合は、修正したことにならない。
8. 解答をそれぞれの問題に指定された数よりも多くマークした場合は無解答とみなされる。
9. 問題冊子の余白等は、適宜利用してよいが、どの頁も切り離してはならない。
10. 試験終了後、問題冊子および解答用紙を机上に置き、試験監督者の指示に従い退場しなさい。

物 理

解答にあたっての諸注意

答えを数値で解答する場合は、特に断りのない限り次に説明する方法でマークシートにマークせよ。

- 例えば、求めた答えが -32 の場合、この値は指数部まで含めて、 -3.2×10^1 なので、3つの解答欄に、 $-$ 、 3 、 1 とマークする。最後の 1 は指数部である。仮数部および指数部の1桁目には $-$ (マイナス)の欄がもうけられているが、それぞれ負になる場合にのみマークすること。以下に解答例を示す。

解答例：

a : -32 (有効数字2桁) $\rightarrow -3.2 \times 10^1 \rightarrow -$ 、 3 、 1

b : $0.0000000000022 \rightarrow 2.2 \times 10^{-12} \rightarrow 2$ 、 2 、 -12

| 解答番号 | | 解 答 欄 | | | | | | | | | | |
|------|---|----------------------------------|---|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|---|---|---|---|---|---|
| a | イ | <input checked="" type="radio"/> | 0 | 1 | 2 | <input checked="" type="radio"/> | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | ロ | | 0 | 1 | <input checked="" type="radio"/> | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | ハ | <input checked="" type="radio"/> | 0 | <input checked="" type="radio"/> | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| b | イ | | 0 | 1 | <input checked="" type="radio"/> | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | ロ | | 0 | 1 | <input checked="" type="radio"/> | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | ハ | <input checked="" type="radio"/> | 0 | <input checked="" type="radio"/> | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| | ニ | | 0 | 1 | <input checked="" type="radio"/> | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |

- 特に断りのない限り、数値は有効数字2桁で解答すること。
- 各設問の後に、解答番号、解答形式、単位が記されているので、その解答形式にしたがって解答すること。
- 各問題を解くために必要な定数を記した定数表と三角関数表を物理の問題の最後に添付した。
- 計算は、解答の有効数字の桁数より1桁多くして行なうこと。

第1問

波長 $3.0 \times 10^{-10} \text{m}$ の X 線を結晶のある格子面に照射した。照射方向をはじめ結晶の格子面と平行(角度ゼロ)にして、しだいに角度を大きくしていったところ、角度 22° のときに最初の強い反射が観測された。以下の問に答えよ。

- (1) この反射を生じた結晶の格子面の間隔はいくらか。

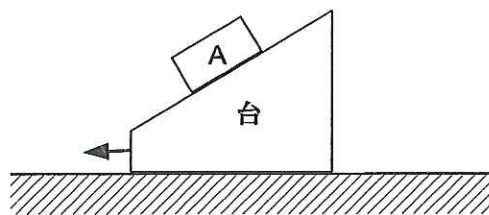
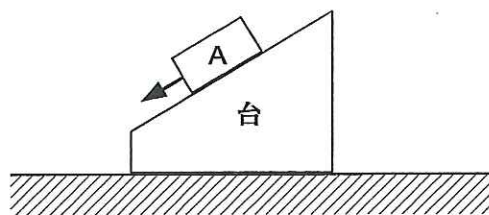
$$1 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}\boxed{\text{ニ}}} \text{m}$$

- (2) 角度をさらに大きくしていったとき、次に反射が観測される角度はいくらか。

$$2 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}}。$$

第2問

水平面となす角が 40° の斜面を持った台が、水平面上に静止していた。斜面上に質量 1.0 kg の物体 A を静かに置いて手を離れたところ、斜面に沿って斜め左下方向に滑り始めた。以下の問に答えよ。ただし、物体 A と台の斜面との間に働く摩擦力は無視できるものとする。



- (1) 物体 A の加速度の大きさはいくらか。

ただし、台は静止したままであった。

3 : $\square{\text{イ}}.\square{\text{ロ}} \times 10^{\square{\text{ハ}}} \text{ m/s}^2$

- (2) 台を図の左方向へ水平面に沿って加速度 a で加速させながら斜面上に物体 A を静かに置いて手を離れたところ、斜面を滑り落ちずに斜面上で静止した。加速度 a はいくらか。

4 : $\square{\text{イ}}.\square{\text{ロ}} \times 10^{\square{\text{ハ}}} \text{ m/s}^2$

(計 算 用 紙)

第3問

ある一定の周波数の音を発している飛行機が、高度 50 m のところを水平、直線状に飛行しながら、地表にある観測点の真上を通過していった。飛行機の速さは一定で、時速 403 km であった。以下の問に答えよ。ただし音速を 340 m/s とする。

- (1) 飛行機が水平距離で 100 m まで観測点に近づいて来たとき、観測点で観測された音の周波数は 2000 Hz であった。飛行機が発した音の周波数はいくらか。

$$5 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ Hz}$$

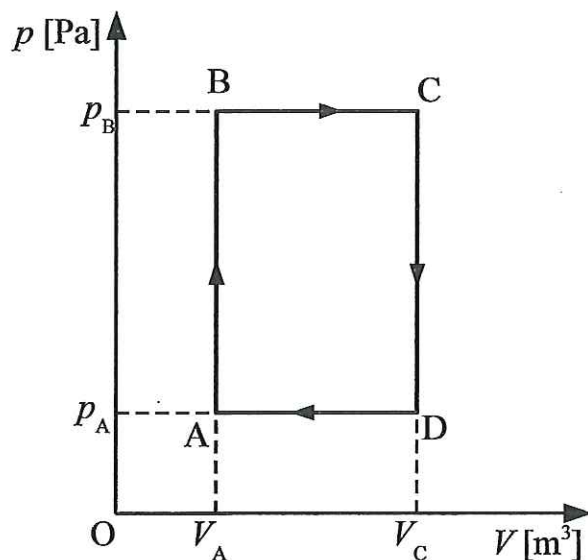
- (2) 飛行機が観測点からじゅうぶん遠ざかっていったとき、観測点で観測される音の周波数はいくらか。

$$6 : \boxed{\text{イ}}.\boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ Hz}$$

(計 算 用 紙)

第4問

ピストン付きの容器の中に、 n [mol] の単原子分子理想気体を封じ込め、図のような4つの過程をくり返して状態を変化させた。ここで、 $p_A = 1.0 \times 10^5$ Pa, $p_B = 4.0 \times 10^5$ Pa, $V_A = 0.10$ m³, $V_C = 0.30$ m³ としたとき、以下の問に答えよ。



- (1) A → B → C の過程で、気体が外部から吸収した熱量はいくらか。

7 : . × 10 J

- (2) A → B → C の過程で、気体の内部エネルギーはどれだけ変化したか。増加の場合は+、減少の場合は-で解答せよ。

8 : . × 10 J

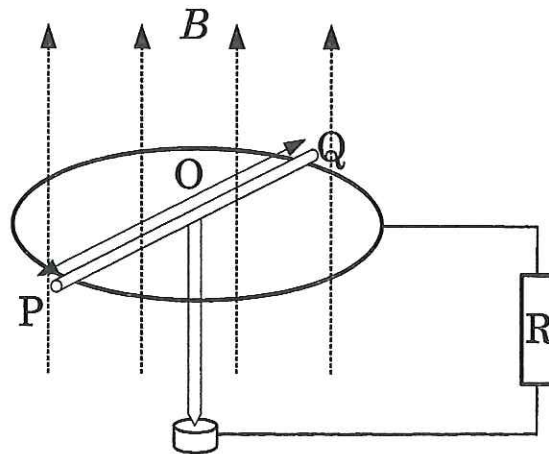
- (3) 1 サイクルで気体が外部にした正味の仕事はいくらか。

9 : . × 10 J

(計 算 用 紙)

第5問

下図のように、磁束密度 $B = 1.0 \text{ T}$ の一様で鉛直上向きの磁界の中に、導線でできた半径 0.10 m の円環が水平に置かれており、抵抗 R の一端と電気的につながれている。長さ 0.20 m の導体棒 POQ が中心 O を中心に円環に接触しながら一定の回転数(毎秒 20 回転)で回転している。導体棒 POQ の中点には電流を取り出すための別の導体棒が磁場の方向に沿って取り付けられており、抵抗 R のもう一つの端子と電気的につながれている。抵抗 R の値は 10Ω で、導線と導体棒の間の接触抵抗、導線などの抵抗は無視できるものとする。以下の問に答えよ。



(1) 抵抗 R の両端の電圧の大きさはいくらか。

$$10 : \boxed{\text{イ}} . \boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ V}$$

(2) 導体棒の OP 間を流れる電流の大きさはいくらか。

$$11 : \boxed{\text{イ}} . \boxed{\text{ロ}} \times 10^{\boxed{\text{ハ}}} \text{ A}$$

(計 算 用 紙)

三角関数表

| 角 | | 正弦 sin | 余弦 cos | 正接 tan | 角 | | 正弦 sin | 余弦 cos | 正接 tan |
|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|----------|---------------|-----------|-----------|-----------|
| 度 [°] | ラジアン [rad] | | | | 度 [°] | ラジアン [rad] | | | |
| 0 | 0.0000 | 0.0000 | 1.0000 | 0.0000 | 45 | 0.7854 | 0.7071 | 0.7071 | 1.0000 |
| 1 | 0.0175 | 0.0175 | 0.9998 | 0.0175 | 46 | 0.8029 | 0.7193 | 0.6947 | 1.0355 |
| 2 | 0.0349 | 0.0349 | 0.9994 | 0.0349 | 47 | 0.8203 | 0.7314 | 0.6820 | 1.0724 |
| 3 | 0.0524 | 0.0523 | 0.9986 | 0.0524 | 48 | 0.8378 | 0.7431 | 0.6691 | 1.1106 |
| 4 | 0.0698 | 0.0698 | 0.9976 | 0.0699 | 49 | 0.8552 | 0.7547 | 0.6561 | 1.1504 |
| 5 | 0.0873 | 0.0872 | 0.9962 | 0.0875 | 50 | 0.8727 | 0.7660 | 0.6428 | 1.1918 |
| 6 | 0.1047 | 0.1045 | 0.9945 | 0.1051 | 51 | 0.8901 | 0.7771 | 0.6293 | 1.2349 |
| 7 | 0.1222 | 0.1219 | 0.9925 | 0.1228 | 52 | 0.9076 | 0.7880 | 0.6157 | 1.2799 |
| 8 | 0.1396 | 0.1392 | 0.9903 | 0.1405 | 53 | 0.9250 | 0.7986 | 0.6018 | 1.3270 |
| 9 | 0.1571 | 0.1564 | 0.9877 | 0.1584 | 54 | 0.9425 | 0.8090 | 0.5878 | 1.3764 |
| 10 | 0.1745 | 0.1736 | 0.9848 | 0.1763 | 55 | 0.9599 | 0.8192 | 0.5736 | 1.4281 |
| 11 | 0.1920 | 0.1908 | 0.9816 | 0.1944 | 56 | 0.9774 | 0.8290 | 0.5592 | 1.4826 |
| 12 | 0.2094 | 0.2079 | 0.9781 | 0.2126 | 57 | 0.9948 | 0.8387 | 0.5446 | 1.5399 |
| 13 | 0.2269 | 0.2250 | 0.9744 | 0.2309 | 58 | 1.0123 | 0.8480 | 0.5299 | 1.6003 |
| 14 | 0.2443 | 0.2419 | 0.9703 | 0.2493 | 59 | 1.0297 | 0.8572 | 0.5150 | 1.6643 |
| 15 | 0.2618 | 0.2588 | 0.9659 | 0.2679 | 60 | 1.0472 | 0.8660 | 0.5000 | 1.7321 |
| 16 | 0.2793 | 0.2756 | 0.9613 | 0.2867 | 61 | 1.0647 | 0.8746 | 0.4848 | 1.8040 |
| 17 | 0.2967 | 0.2924 | 0.9563 | 0.3057 | 62 | 1.0821 | 0.8829 | 0.4695 | 1.8807 |
| 18 | 0.3142 | 0.3090 | 0.9511 | 0.3249 | 63 | 1.0996 | 0.8910 | 0.4540 | 1.9626 |
| 19 | 0.3316 | 0.3256 | 0.9455 | 0.3443 | 64 | 1.1170 | 0.8988 | 0.4384 | 2.0503 |
| 20 | 0.3491 | 0.3420 | 0.9397 | 0.3640 | 65 | 1.1345 | 0.9063 | 0.4226 | 2.1445 |
| 21 | 0.3665 | 0.3584 | 0.9336 | 0.3839 | 66 | 1.1519 | 0.9135 | 0.4067 | 2.2460 |
| 22 | 0.3840 | 0.3746 | 0.9272 | 0.4040 | 67 | 1.1694 | 0.9205 | 0.3907 | 2.3559 |
| 23 | 0.4014 | 0.3907 | 0.9205 | 0.4245 | 68 | 1.1868 | 0.9272 | 0.3746 | 2.4751 |
| 24 | 0.4189 | 0.4067 | 0.9135 | 0.4452 | 69 | 1.2043 | 0.9336 | 0.3584 | 2.6051 |
| 25 | 0.4363 | 0.4226 | 0.9063 | 0.4663 | 70 | 1.2217 | 0.9397 | 0.3420 | 2.7475 |
| 26 | 0.4538 | 0.4384 | 0.8988 | 0.4877 | 71 | 1.2392 | 0.9455 | 0.3256 | 2.9042 |
| 27 | 0.4712 | 0.4540 | 0.8910 | 0.5095 | 72 | 1.2566 | 0.9511 | 0.3090 | 3.0777 |
| 28 | 0.4887 | 0.4695 | 0.8829 | 0.5317 | 73 | 1.2741 | 0.9563 | 0.2924 | 3.2709 |
| 29 | 0.5061 | 0.4848 | 0.8746 | 0.5543 | 74 | 1.2915 | 0.9613 | 0.2756 | 3.4874 |
| 30 | 0.5236 | 0.5000 | 0.8660 | 0.5774 | 75 | 1.3090 | 0.9659 | 0.2588 | 3.7321 |
| 31 | 0.5411 | 0.5150 | 0.8572 | 0.6009 | 76 | 1.3265 | 0.9703 | 0.2419 | 4.0108 |
| 32 | 0.5585 | 0.5299 | 0.8480 | 0.6249 | 77 | 1.3439 | 0.9744 | 0.2250 | 4.3315 |
| 33 | 0.5760 | 0.5446 | 0.8387 | 0.6494 | 78 | 1.3614 | 0.9781 | 0.2079 | 4.7046 |
| 34 | 0.5934 | 0.5592 | 0.8290 | 0.6745 | 79 | 1.3788 | 0.9816 | 0.1908 | 5.1446 |
| 35 | 0.6109 | 0.5736 | 0.8192 | 0.7002 | 80 | 1.3963 | 0.9848 | 0.1736 | 5.6713 |
| 36 | 0.6283 | 0.5878 | 0.8090 | 0.7265 | 81 | 1.4137 | 0.9877 | 0.1564 | 6.3138 |
| 37 | 0.6458 | 0.6018 | 0.7986 | 0.7536 | 82 | 1.4312 | 0.9903 | 0.1392 | 7.1154 |
| 38 | 0.6632 | 0.6157 | 0.7880 | 0.7813 | 83 | 1.4486 | 0.9925 | 0.1219 | 8.1443 |
| 39 | 0.6807 | 0.6293 | 0.7771 | 0.8098 | 84 | 1.4661 | 0.9945 | 0.1045 | 9.5144 |
| 40 | 0.6981 | 0.6428 | 0.7660 | 0.8391 | 85 | 1.4835 | 0.9962 | 0.0872 | 11.4301 |
| 41 | 0.7156 | 0.6561 | 0.7547 | 0.8693 | 86 | 1.5010 | 0.9976 | 0.0698 | 14.3007 |
| 42 | 0.7330 | 0.6691 | 0.7431 | 0.9004 | 87 | 1.5184 | 0.9986 | 0.0523 | 19.0811 |
| 43 | 0.7505 | 0.6820 | 0.7314 | 0.9325 | 88 | 1.5359 | 0.9994 | 0.0349 | 28.6363 |
| 44 | 0.7679 | 0.6947 | 0.7193 | 0.9657 | 89 | 1.5533 | 0.9998 | 0.0175 | 57.2900 |
| 45 | 0.7854 | 0.7071 | 0.7071 | 1.0000 | 90 | 1.5708 | 1.0000 | 0.0000 | |

物理定数表

| 名 称 | 数 値 |
|---------------------------|---|
| 重力加速度 | $g \doteq 9.8 \text{ m/s}^2$ |
| 空気の真空に対する屈折率(0 °C, 1 atm) | $n = 1.0003$ |
| 水の空気に対する屈折率 | $n = 1.33$ |
| 熱の仕事当量 | 4.19 J/cal |
| 絶対零度 | - 273 °C |
| 1 気圧 | 1 atm = $1.01 \times 10^5 \text{ Pa}$ |
| 気体定数 | $R = 8.31 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ |
| 定積モル比熱 | $C_V = 3R / 2 = 12.5 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ |
| 定圧モル比熱 | $C_P = 5R / 2 = 20.8 \text{ J/mol}\cdot\text{K}$ |
| 乾燥空気中の音速(0 °C) | $V = 331.5 \text{ m/s}$ |
| 空気の密度(0 °C, 1 atm) | 1.293 kg/m ³ |
| ヘリウムの密度(0 °C, 1 atm) | $1.785 \times 10^{-1} \text{ kg/m}^3$ |
| 真空の誘電率 | $\epsilon_0 = 8.85 \times 10^{-12} \text{ F/m}$ |
| 真空の透磁率 | $\mu_0 = 1.26 \times 10^{-6} \text{ H/m}$ |
| 電気素量 | $e = 1.60 \times 10^{-19} \text{ C}$ |
| クーロンの法則の定数(真空中) | $k_0 = 8.99 \times 10^9 \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{C}^2$ |
| 電子の質量 | $9.11 \times 10^{-31} \text{ kg}$ |
| 電子の比電荷 | $1.76 \times 10^{11} \text{ C/kg}$ |
| 1 原子質量単位 | 1 u = $1.66 \times 10^{-27} \text{ kg}$ |
| アボガドロ定数 | $N_0 = 6.02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ |
| 万有引力定数 | $G = 6.67 \times 10^{-11} \text{ N}\cdot\text{m}^2/\text{kg}^2$ |
| 真空中の光速 | $c = 3.00 \times 10^8 \text{ m/s}$ |
| プランク定数 | $h = 6.63 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$ |