

令和3年度採用 山梨県公立学校教員選考検査

高等学校 理科（物理）

1 次の（1）～（3）の問いに答えよ。

（1） 次の①～⑤の問いに答えよ。

- ① 地質年代のうち、地球創成時から約40億年間の時代を何というか、記せ。
- ② 地球の形成期には、融けた岩石が地表を覆っていたと考えられている。この状態を何というか、記せ。
- ③ ペルム紀に、プレートの運動により地球上の大陸が合体して単一の超大陸が形成された。この大陸の名称を記せ。
- ④ 放散虫の遺骸などが堆積してできる二酸化ケイ素を主成分とする岩石の名称を記せ。
- ⑤ 造礁性サンゴなど、その地層ができた環境を特定することができる化石を何というか、記せ。

（2） 次の（ア）～（オ）のイオンについて、下の①～⑤の問いに答えよ。

（ア） Li^+ （イ） Cl^- （ウ） NH_4^+ （エ） PO_4^{3-} （オ） Ca^{2+}

- ① （ア）のイオンと同じ電子配置の希ガス（貴ガス）は何か、元素記号で記せ。
- ② （イ）のイオンの名称を記せ。
- ③ （ウ）のイオン1個がもつ電子の総数を答えよ。
- ④ （ウ）と（エ）の組み合わせでできる物質の名称を記せ。
- ⑤ （エ）と（オ）の組み合わせでできる物質の組成式を記せ。

（3） ヒトの体内環境について、次の①～⑤の問いに答えよ。

- ① 血液の成分のうち、核をもち、異物の食作用など免疫に関係するはたらきをもつ成分を何というか、記せ。
- ② 肝臓において、アンモニアは毒性の少ないある物質に変えられる。この物質の名称を記せ。
- ③ 腎臓において、毛細血管が球状に密集した糸球体と、これを包む袋状の構造をもつボーマンのうを合わせて何というか、記せ。
- ④ 自律神経系のうち、休憩時などのリラックスした状態のときにはたらき、末端からは主としてアセチルコリンとよばれる神経伝達物質が分泌される神経を何というか、記せ。
- ⑤ 外界からの異物に対する免疫反応が過敏になり、その結果、生体に不利益をもたらすことを何というか、記せ。

2 次の(1), (2)の問いに答えよ。

- (1) 長さ L , 質量 M の材質が均一な細い棒を用いて, 図1のように棒を床から垂直な壁に θ の角度で立てかけた。棒と床が接する位置を P , 棒と床との間の静止摩擦係数を μ , 重力加速度の大きさを g , 壁と棒の間には摩擦はないものとして, 下の①~⑤の問いに答えよ。

図1

※著作権法に基づき掲載は省略します

- ① 棒が壁から受ける垂直抗力の大きさを求めよ。
- ② 立てかけた棒がすべり落ちないためには, μ はいくら以上でなければならないか, 求めよ。

次に, 実験Ⅰ~Ⅲを行った。

〔実験Ⅰ〕 図1において, θ が 45° となるようにして立てかけた。このとき, 棒はすべり落ちなかった。

〔実験Ⅱ〕 〔実験Ⅰ〕の状態から, 質量 m の小球 A を, P から棒に沿って $\frac{2}{3}L$ の位置に, 質量が無視できる粘着テープで固定した。

〔実験Ⅲ〕 〔実験Ⅰ〕の状態から, A を P から棒に沿って打ち出したところ, A は棒をのぼり始めた。このとき, A と棒の間には摩擦はないものとする。

- ③ 〔実験Ⅱ〕で, 立てかけた棒がすべり落ちないためには, μ はいくら以上でなければならないか, 求めよ。
- ④ 〔実験Ⅲ〕で, 棒をのぼる A には, 重力と棒からの垂直抗力がはたらく。この2つの力の合力の大きさを求めよ。
- ⑤ 〔実験Ⅲ〕で, A が P から棒に沿って $\frac{2}{3}L$ の位置まで達しても, 立てかけた棒がすべり落ちないためには, μ はいくら以上でなければならないか, 求めよ。

- (2) 図2のように, 床からの高さが H の台の上から物体を水平方向に初速度 v で投げ出したところ, 水平でなめらかな床と衝突してはねかえった。物体と床との間の反発係数を e , 重力加速度の大きさを g , 物体を投げ出した位置から鉛直真下の台と床が接する位置を Q として, 次の①~④の問いに答えよ。

図2

※著作権法に基づき掲載は省略します

- ① 1回目の衝突で物体がはねかえる速さを求めよ。
- ② 1回目の衝突後に, 物体が到達する最高点の床からの高さ h を求めよ。
- ③ 物体を投げ出してから2回目の衝突までに要する時間を求めよ。
- ④ Q から物体が3回目の衝突をした地点までの水平距離を求めよ。

3 次の文章を読み、(1)、(2)の問いに答えよ。

図1は、広い水槽の水を薄い板で区切っているようすを表している。板にはA、B2つの鉛直方向の細いすき間が入っており、AとBの間隔は3cmである。

図1のように、速さが24cm/sで、板に対して波面が平行になるように、板の右遠方から波を発生させたところ、波が板に達し、AおよびBを中心とする円形の波が板の左側に生じた。十分時間が経過した後、板の左側では水面の上下の動きが見られない、波が弱め合っている場所が観察された。

図1のBを通り、板に垂直な直線上において波が弱め合っている場所は、板の左側ではBから4cmの地点C以外には確認されなかった。このことから、板の右遠方から発生させた波の波長は(ア)cmと求めることができる。

図2に示すように、波が弱め合っている場所は、板から離れた遠方では、A、B2つのすき間付近から伸びる放射状の直線に沿っていた。この実験では、(a)板の左側で波が弱め合っている場所に沿った放射状の直線は2本であった。

次に、図3のように、板に対する波面の角度が φ となるように傾けて、板の右遠方から速さが24cm/sの波を発生させた。このとき、あるひとつの波面がBに達する時刻と、Aに達する時刻の差は、 φ を用いて(イ)秒と表すことができる。また、 φ が $\frac{\pi}{6}$ のとき、(b)板の左側で波が弱め合っている場所に沿った放射状の直線が観察された。

(1) 文章中の(ア)、(イ)にあてはまる数値または数式を求めよ。

(2) 図2に示すように、放射状の直線上の遠方の点をPとし、この直線の方角を板に垂直な直線から右回り(時計回り)に測った角度を θ ($-\frac{1}{2}\pi < \theta < \frac{1}{2}\pi$)とする。このとき、Pは遠方にあるために、AP間の距離とBP間の距離の差は図2のLとみなすことができる。次の①、②の問いに答えよ。

① 文章中の下線部(a)について、放射状の直線が2本となる理由を数式を用いて説明せよ。

② 文章中の下線部(b)について、観察された直線は何本か求めよ。

※著作権法に基づき掲載は省略します

4 次の(1)～(3)の問いに答えよ。

(1) 陽子は、 u , u , d のクォークから、中性子は u , d , d のクォークから構成されている。 u クォークおよび d クォークの電荷はいくらになるか、電気素量 e を用いてそれぞれ表せ。

(2) 次の文章を読み、①～⑦の問いに答えよ。

時間的に強さが変化する磁場による誘導起電力により、電子を加速する装置をベータトロンという。磁場の強さを調節することで、電子が加速されても電子の円運動の軌道半径が変わらないようになっている。

図に示すように、強さが z 軸からの距離のみで決まる磁場を z 軸の正の向きに加え、質量 m [kg]、電荷 $-e$ [C] ($e > 0$)の電子を、 xy 平面内に入射したところ、原点 O を中心にして、軌道半径 r [m]で等速円運動をした。このときの円軌道上の磁束密度の大きさは B [T]であるとする。

次に、円軌道内を貫く磁束 Φ [Wb]が、短い時間 Δt [s]間に、 $\Delta\Phi$ [Wb]だけ増加するように磁場を調節したところ、円軌道上には誘導起電力が生じ、円軌道に沿って電場が発生した。

図

※著作権法に基づき掲載は省略します

- ① 図において、 z 軸の正の向きから見て電子の運動する向きは、右回り（時計回り）、左回り（反時計回り）のいずれか、答えよ。
- ② 図において、電子が軌道半径 r [m]で等速円運動するときの速さ [m/s]を求めよ。
- ③ 磁場を調節したとき、円軌道に沿って発生した電場の強さ [V/m]を求めよ。
- ④ ③のとき、電子が電場から受ける力 [N]を求めよ。
- ⑤ Δt [s]間での、電子の速さの増加量 [m/s]を求めよ。
- ⑥ 軌道半径を一定に保って加速させるための、円軌道上の磁束密度の増加量 [T]を求めよ。
- ⑦ ⑥のとき、円軌道内の平均磁束密度の増加量と、円軌道上の磁束密度の増加量にはどのような関係があるか、説明せよ。

(3) 次の器具をすべて用いて、「光電効果」に関する演示実験を行った。その実験手順を示せ。また、この実験を通して「光電効果」のどのようなことを理解させたいか、確認できる現象に触れながら説明せよ。

白色 LED 灯 紫外線灯 毛皮 亜鉛板 箔検電器 塩化ビニル管