

令4 高等学校理科 (物理) (5枚のうち1)

(解答はすべて、解答用紙に記入すること)

I 生物のふえ方について、次の問いに答えなさい。

1 様々な生殖について、次の問いに答えなさい。

(1) 次のア～エのうち単細胞生物ではないものを1つ選んで、その符号を書きなさい。

ア ミカヅキモ イ ミジンコ ウ ミドリムシ エ ゾウリムシ

(2) アメーバの分裂のように、雌雄の親を必要とせず親の体の一部分が分かれてそれがそのまま子になる生殖を何というか、書きなさい。

(3) 植物にも(2)と同じ生殖でふえていくものがある。例えば、サツマイモのいもは、土に植えておくと芽を出して葉・茎・根がそろい、新しい個体となって成長していく。このように、(2)の生殖の1つで、植物において、体の一部から新しい個体をつくる生殖のことを何というか、書きなさい。

2 動物のふえ方について、次の文を読んで、あとの問いに答えなさい。

イモリなどの()は、受精によって子孫を残す。受精は、精子と卵によって行われ、受精した卵は受精卵と呼ばれる。受精卵は、細胞分裂を繰り返して胚を経て成体になる。

(1) ()に入る適切なものを、次のア～エから1つ選んで、その符号を書きなさい。

ア 魚類 イ は虫類 ウ 哺乳類 エ 両生類

(2) 精子や卵など、子孫を残すための細胞を何というか、書きなさい。

(3) 下線部の過程を何というか、書きなさい。

(4) (2)の細胞がつくられるときに行われる細胞分裂は、体細胞分裂と異なり、染色体の数がもとの細胞の半分になる。この細胞分裂を何というか、書きなさい。

II 酸とアルカリについて、次の問いに答えなさい。

1 酸性の水溶液について、次の文を読んで、あとの問いに答えなさい。

酸性の水溶液には、「緑色のBTB溶液を(①)に変色させる」「マグネシウムなどの金属を溶かして気体の(②)を発生させる」など、共通した性質がある。これは、酸性の水溶液中に(③)が生じているためである。中性である純水中にも、(③)が含まれている。

(1) 空欄①には適切な語句を、空欄②には適切な物質名を、空欄③には適切なイオン式をそれぞれ書きなさい。

(2) 下線部について、③が含まれているにも関わらず、純水が中性である理由を簡潔に書きなさい。

(3) pH3の酸性の水溶液に含まれる③の濃度は、pH5の酸性の水溶液に含まれる③の濃度の何倍か、書きなさい。

2 アルカリ性の水溶液について、次の文を読んで、あとの問いに答えなさい。

アルカリ性の水溶液には、「フェノールフタレイン溶液を(①)に変色させる」など、共通した性質がある。これは、アルカリ性の水溶液中に(②)が生じているためである。例えば、アンモニアは水に溶けやすく、その水溶液はアルカリ性を示す。

(1) 空欄①に入る適切な語句、空欄②に入る適切なイオン式を書きなさい。

(2) 下線部の変化を反応式で書きなさい。

(3) 実験において水酸化ナトリウム水溶液をあつかう場合は、皮膚につかないように注意し、目に入らないように保護眼鏡をかけて実験を行う必要がある。これは水酸化ナトリウムなどのアルカリ性の水溶液が、ある物質を変性させるからである。ある物質の名称を書きなさい。

III 図は、春分の日における太陽と地球の位置と、黄道12星座を示している。

図をもとに、日本における星の見え方について答えなさい。

1 図のウ、カ、ケの空欄に入る星座名は何か、それぞれ書きなさい。

2 星の見え方の移り変わりについて説明した次の文の、空欄

①、②に入る適切な語句を、それぞれ書きなさい。

毎日、同じ時刻に観測すると、地球の(①)によって、星座の位置が少しずつ西へ移動していく。この動きを星座の星の(②)という。

3 次の(1)、(2)の星座として適切なものを、図のア～シからそれぞれ1つ選んで、その符号を書きなさい。

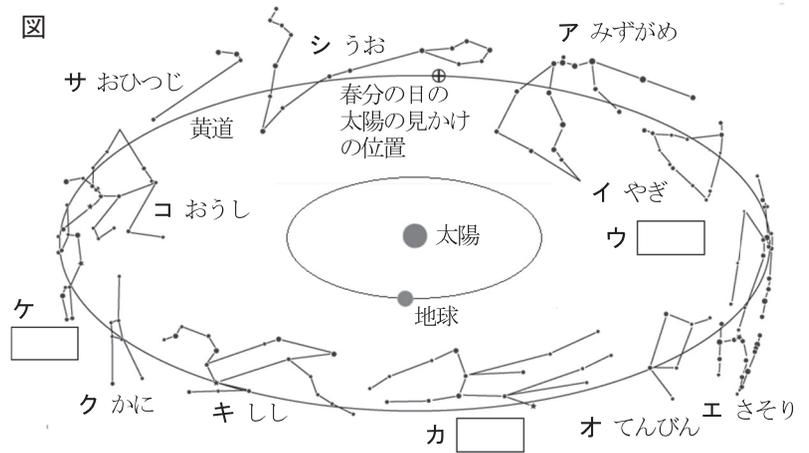
(1) 冬至の日において、太陽の位置にある星座

(2) 秋分の日において、22時に南中している星座

4 今年は、5月26日と、11月19日に月食が観測される。

(1) 特に皆既月食のとき、地球の大気の影響によって月はどう見えるか、その特徴を書きなさい。

(2) a、bの月食の夜のうち、月の南中高度が高いのはどちらか。また、そのとき月は図のア～シのどの星座の位置にあるか、それぞれ1つ選んで、その符号を書きなさい。



IV 図のように、水平面と2つの斜面がなめらかにつながっている。60gの小球を斜面上の点Aから初速0で運動させたところ、小球は点Bを5.0m/sの速さで通過した後、区間BCで摩擦力によって減速して点Cを4.0m/sの速さで通過し、斜面上の点Dで運動を折り返した。重力加速度の大きさを9.8m/s²とし、区間BC以外では力学的エネルギーが保存されるとして、次の問いに有効数字2桁で答えなさい。

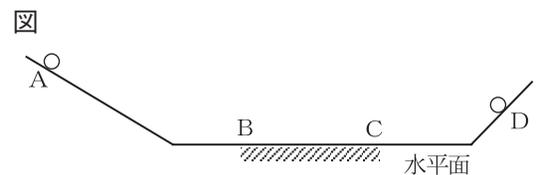
1 小球にはたらく重力の大きさを求めなさい。

2 点Bにおける小球の運動エネルギーを求めなさい。

3 点Aの水平面からの高さは何mか、求めなさい。

4 点Dの水平面からの高さは、点Aの高さの何倍か、求めなさい。

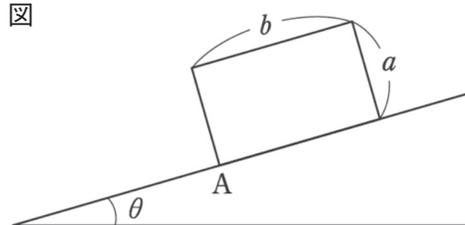
5 小球が運動を折り返した後、区間BCで1回目の通過と同じ量だけ力学的エネルギーが減少した。小球が点Bを図の左向きに通過するときの速さを求めなさい。



令4 高等学校理科（物理） （5枚のうち2）

（解答はすべて、解答用紙に記入すること）

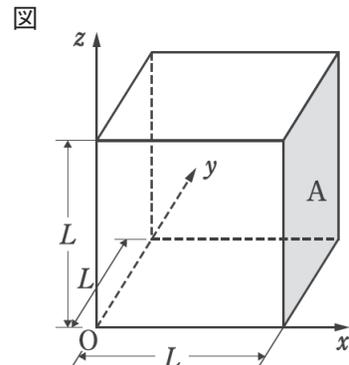
V 図のように、高さ a 、長さ b で質量 m の一様な直方体を、傾きが角 θ のあらい斜面上においた。物体と斜面との間の静止摩擦係数を μ 、重力加速度の大きさを g とする。次の問いに答えなさい。



- 1 斜面の傾きが θ のとき、直方体が静止している。直方体にはたらく垂直抗力 N と静止摩擦力 F の大きさを求めなさい。
- 2 いま、角 θ をしだいに大きくしていくと、直方体はすべり出すか点 A のまわりに回転して傾くかのどちらかが起こる。
 - (1) 傾くことなくすべり出す場合を考える。すべる直前の斜面の傾きの角を θ_1 として、静止摩擦係数 μ を求めなさい。
 - (2) すべり出すことなく直方体が傾き始める場合を考える。直方体が傾く直前の斜面の傾きの角を θ_2 として、 $\tan \theta_2$ を求めなさい。
 - (3) この直方体が傾くより先にすべり出すときの条件を μ 、 a 、 b を用いて表しなさい。

VI 気体分子の運動について述べた次の文章の に入る適切な文字式をそれぞれ答えなさい。

図のように、なめらかな壁をもつ一辺の長さ L の立方体の容器に、単原子分子1個の質量が m の理想気体の分子が N 個入っている。気体分子どうしの衝突は考えないものとし、気体分子は壁との衝突から次の衝突までの間、等速直線運動を行うものとする。



容器内において、1個の分子が図の壁面 A に x 方向の速度成分 v_x で弾性衝突したとき、壁面 A に与える力積は ア である。分子が壁面 A と衝突してから再び壁面 A に衝突するまでの時間は イ である。この分子は時間 t の間に ウ 回壁面 A と衝突するので、この分子によって壁面 A が受ける平均の力の大きさ f は $f =$ エ である。

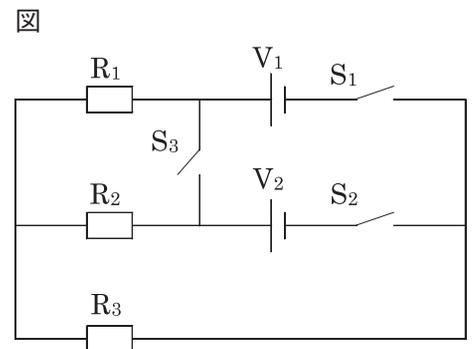
容器中には N 個の気体分子があり、これらはそれぞれいろいろな速度で運動している。全分子の速さの2乗の平均値 $\overline{v^2}$ を三平方の定理を用いて各成分の2乗の平均値で表すと $\overline{v^2} = \overline{v_x^2} + \overline{v_y^2} + \overline{v_z^2}$ であり、等方性より $\overline{v_x^2} = \overline{v_y^2} = \overline{v_z^2}$ なので、 N 個の分子が壁面 A に与える力 F を $\overline{v^2}$ を用いて表すと $F =$ オ となる。したがって、壁面 A にはたらく圧力 p は $p =$ カ である。

状態方程式 $pV = nRT$ と カ を比較すると、分子1個の平均運動エネルギー \overline{E} はアボガドロ定数 N_A 、気体定数 R 、絶対温度 T を用いて $\overline{E} =$ キ と表される。

令4 高等学校理科（物理） （5枚のうち3）

（解答はすべて、解答用紙に記入すること）

VII 図のように、電圧がそれぞれ125Vと75Vの直流電源 V_1 と V_2 、抵抗値がそれぞれ $30\ \Omega$ 、 $10\ \Omega$ 、 $5.0\ \Omega$ の抵抗 R_1 、 R_2 、 R_3 、3個のスイッチ S_1 、 S_2 、 S_3 からなる回路がある。次の問いに答えなさい。



- 1 スイッチ S_1 と S_3 を閉じて、 S_2 を開いた。
 - (1) 抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めなさい。
 - (2) 抵抗 R_2 を流れる電流の大きさを求めなさい。
- 2 スイッチ S_1 と S_2 を閉じて、 S_3 を開いた。
 - (1) 抵抗 R_1 を流れる電流の大きさを求めなさい。
 - (2) 抵抗 R_2 を流れる電流の大きさを求めなさい。
 - (3) 抵抗 R_3 を抵抗 R_4 に取り替えたとき、抵抗 R_2 には電流が流れなかった。抵抗 R_4 の抵抗値を求めなさい。

VIII 次の文章の□に入る適切な文字式や語句をそれぞれ答えなさい。

1 個の陽子を中心とし、1 個の電子が等速円運動している水素原子模型を考える。水素原子はいくつかの定常状態をもち、定常状態では電磁波を出さない。今、定常状態にある水素原子の電子の円運動の半径を r 、速さを v 、量子数を n とし、電子の質量とプランク定数をそれぞれ m 、 h とすると、量子条件は $2\pi r = \square{\text{ア}}$ で表される。クーロンの法則の比例定数を k とすれば、陽子と電子の間に作用する静電気力の大きさは、両者の電気量の大きさ e を用いて、 $\square{\text{イ}}$ で表される。電子が円運動をするためには、電子にはたらく静電気力が向心力とならなければならない。したがって、 $\square{\text{ウ}} = \square{\text{イ}}$ が成立する。以上から v を消去すると、 $r = \square{\text{エ}}$ となる。一方、電子の全エネルギー E は静電気力による位置エネルギー（基準を無限遠にとる）と運動エネルギーの和で示され、 $E = \square{\text{オ}} + \frac{1}{2}mv^2$ で与えられる。 v 、 r を消去すると、量子数 n の定常状態の軌道電子のエネルギー E_n は $E_n = \square{\text{カ}}$ となる。 $n = 1$ のときのエネルギー準位の状態を水素原子の $\square{\text{キ}}$ という。 $n > 1$ のときのエネルギー準位の状態を $\square{\text{ク}}$ という。

電子がエネルギー準位 E_n からそれよりも低いエネルギー準位 $E_{n'}$ へ移るときに放出される光の波長を λ とすると、 E_n 、 $E_{n'}$ 、 h 、光の速さ c を用いて、 $\frac{1}{\lambda} = \square{\text{ケ}}$ と表される。

令4 高等学校理科（物理）解答用紙（5枚のうち4）

総計		

I	1	(1)		(2)		(3)	
	2	(1)		(2)		(3)	
II	1	(1)	①	②	③		
		(2)			(3)	倍	
	2	(1)	①	②			
		(2)			(3)		
III	1	ウ		カ		ケ	
	2	①		②			
	3	(1)		(2)			
	4	(1)		(2)	南中高度が高い	月の位置	
IV	1		2		3	m	
	4	倍	5				

I		

II		

III		

IV		

令4 高等学校理科（物理）解答用紙（5枚のうち5）

V	1	垂直抗力 N		静止摩擦力 F	
	2	(1)		(2)	
		(3)			
VI	ア			イ	
	ウ			エ	
	オ			カ	
	キ				
VII	1	(1)		(2)	
	2	(1)		(2)	
		(3)			
VIII	ア			イ	
	ウ			エ	
	オ			カ	
	キ			ク	
	ケ				

V

VI

VII

VIII

令 4 高等学校理科(物理) 模範解答

総計

200

I	1	(1)	イ	(2)	無性生殖	(3)	栄養生殖	
	2	(1)	エ	(2)	生殖細胞	(3)	発生	
		(4)	減数分裂					
II	1	(1)	① 黄色	②	水素	③	H ⁺	
		(2)	水素イオンと同濃度の水酸化物イオンが存在しているため				(3)	100 倍
	2	(1)	① 赤色	②	OH ⁻			
		(2)	NH ₃ + H ₂ O → NH ₄ ⁺ + OH ⁻				(3)	タンパク質
III	1	ウ	いて	カ	おとめ	ケ	ふたご	
	2	①	公転	②	年周運動			
	3	(1)	ウ	(2)	ア			
	4	(1)	赤褐色に見える		(2)	南中高度が高い	b	月の位置
IV	1	0.59 N		2	0.75 J		3	1.3 m
	4	0.64 倍		5	2.6 m/s			

20

20

20

20

令4 高等学校理科(物理) 模範解答

V	1	垂直抗力 N	$mg\cos\theta$	静止摩擦力 F	$mg\sin\theta$
	2	(1)	$\tan\theta_1$	(2)	$\frac{b}{a}$
		(3)	$\frac{b}{a} > \mu$		
VI	ア		$2mv_x$	イ	$\frac{2L}{v_x}$
	ウ		$\frac{v_x t}{2L}$	エ	$\frac{mv_x^2}{L}$
	オ		$\frac{Nm}{3L}v^2$	カ	$\frac{Nm}{3L^3}v^2$
	キ		$\frac{3RT}{2N_A}$		
VII	1	(1)	2.5 A	(2)	7.5 A
	2	(1)	3.0 A	(2)	4.0 A
		(3)	45 Ω		
VIII	ア		$n \cdot \frac{h}{mv}$	イ	$k \frac{e^2}{r^2}$
	ウ		$m \frac{v^2}{r}$	エ	$\frac{h^2}{4\pi^2 k m e^2} \cdot n^2$
	オ		$-k \frac{e^2}{r}$	カ	$-\frac{2\pi^2 k^2 m e^4}{h^2} \cdot \frac{1}{n^2}$
	キ		基底状態	ク	励起状態
	ケ		$\frac{En - En'}{hc}$		

30

30

30

30