

解答はすべて解答用紙に書きなさい。

[1] 生物の恒常性について、次の(1)～(3)の問いに答えなさい。

- (1) ヒトの腎臓の働きを調べるために、イヌリンを静脈に注射した。一定時間後、測定したイヌリンの血しょう濃度は0.1mg/ml、尿中濃度は12mg/mlであった。5分間に5mlの尿が生成されたとして、次のア、イの問いに答えよ。
ア ポーマンのうにおいて、5分間にろ過された血しょうの量は何mlか、求めよ。
イ 腎臓において、5分間に再吸収された液体の量は何mlか、求めよ。
- (2) 心臓について、次のア、イの問いに答えよ。
ア 鳥類やほ乳類の心臓の左心室壁と右心室壁はどちらが厚いか、書け。また、その理由を書け。
イ 鳥類やほ乳類の心臓は、神経から切り離しても拍動を繰り返す。そのしくみを説明せよ。
- (3) 健康なヒトが激しい運動をして、血糖量が低下したとき、血糖量を正常な範囲に調節するしくみを説明せよ。

[2] 次の文を読んで、下の(1)～(4)の問いに答えなさい。

被子植物の卵細胞は、雌しべの基部の子房に含まれた胚珠の中でつくられる。胚のう母細胞は減数分裂し、さらに核分裂した後、成熟して1個の卵細胞、2個の(①), 3個の(②)および中央に2個の極核をもつ(③)のできた胚のうとなる。花粉は、雄しべの葯でつくられる。葯の中の細胞が分裂して多数の花粉母細胞となる。この細胞が減数分裂し、成熟して花粉となる。受精して花粉管を伸ばした花粉の中で、(④)が分裂して2個の精細胞になり、重複受精が行われる。

- (1) 文中の(①)～(④)に当てはまる語句を書け。
- (2) 被子植物の生活環において、シダ植物の孢子と同じ役割をするものを2つ書け。
- (3) 被子植物と裸子植物の胚乳形成過程の違いについて、次の語句を用いて説明せよ。
受精 核相
- (4) 無胚乳種子をつくる植物の例を一つあげ、無胚乳種子について説明せよ。

[3] DNAについて、次の(1)、(2)の問いに答えなさい。

- (1) マウス1ゲノム相当のDNAの分子量はいくらか、有効数字2桁で求めよ。ただし、マウスの1ゲノムは 2.3×10^9 塩基対を含み、A(アデニン)、G(グアニン)、C(シトシン)、T(チミン)の各塩基を含むDNAの構成単位の分子量はそれぞれ300、270、310、290であり、マウスの1ゲノム相当のDNAにGが20%含まれているものとする。
- (2) マウスの精子1個のDNAには1ゲノムが含まれている。体細胞分裂直前の体細胞1個に含まれるマウスのDNAは何gか、有効数字2桁で求めよ。

[4] 酵母菌は、有酸素条件下で、好気呼吸とアルコール発酵を同時に行うことができる。この酵母菌を、グルコースを添加した培地で培養したところ、酸素の消費量は0.42ℓで、二酸化炭素の生成量は0.98ℓであった。このとき、次の(1)～(3)の問いに答えなさい。ただし、原子量をH=1、C=12、O=16とし、気体1molの体積を22.4ℓとする。

- (1) 酵母菌の好気呼吸とアルコール発酵を、それぞれ化学反応式で書け。
- (2) グルコースの分解量を小数第2位まで求めよ。
- (3) エタノールの生成量を小数第2位まで求めよ。

[5] 卵割期間中におけるアフリカツメガエルの中胚葉形成機構を調べるために、次の実験1～4を行った。このとき、下の(1)～(4)の問いに答えなさい。

実験1 右の図のように、中期胞胚期に、動物極付近の細胞と植物極付近の細胞を切り出して、それぞれの部分を単独で3日間培養すると、動物極付近の細胞は外胚葉性の()に分化し、植物極付近の細胞は内胚葉性の細胞のかたまりのまま、何も分化しなかった。

実験2 上記の2つの部分を密着させて培養すると、内胚葉性の細胞のほかに、中胚葉組織が生じた。

実験3 中期胞胚期の動物極付近の細胞を試験管に入れ、アクチビンの濃度を変えて実験すると、次のような組織に分化した。

アクチビン濃度 (ng/ml)	0.3～1	5～10	50～100	100
組 織	①	②	③	④

実験4 実験3と同様の実験を、アクチビン10ng/mlとレチノイン酸 10^{-5} mol/ℓ～ 10^{-4} mol/ℓで行ったところ、腎臓の原基が生じた。

動物極

卵割腔

植物極

実験1
単独で培養

実験2
密着させて培養

実験3
アクチビン溶液中で培養

実験4
アクチビンとレチノイン酸の溶液中で培養

- (1) 実験1の文中の()に当てはまる語句を書け。
- (2) 実験2で生じた中胚葉組織は、動物極付近の細胞と植物極付近の細胞のどちらから分化したと考えられるか。また、このことを証明するための実験方法について説明せよ。
- (3) 実験3の表の①～④は、それぞれ何か、次のア～エから選んで、その符号を書け。
ア 脊索 イ 心臓 ウ 筋肉・神経組織 エ 血球様細胞・体腔上皮・間充織
- (4) 実験1～4から、胞胚の動物極の未分化細胞のかたまりがさまざまな器官に分化するのは、どのようなしくみによると考えられるか、説明せよ。