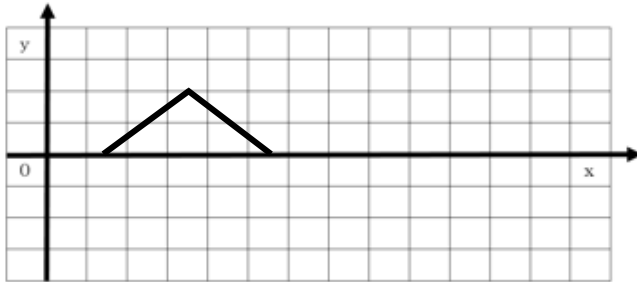


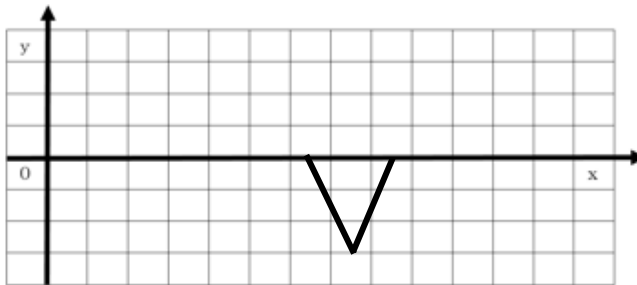
一般選抜（後期日程）「理科（物理）」
（食産業学群 B 区分）

第 1 問

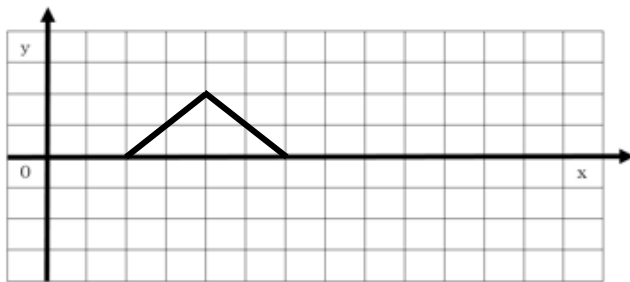
パルス波 A の波形



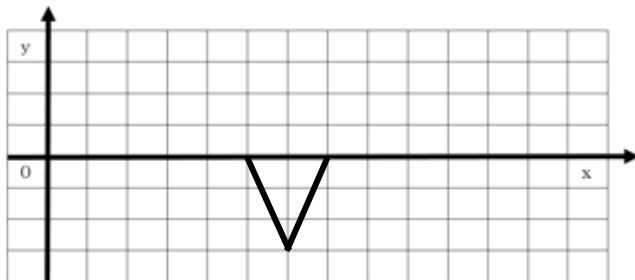
問 1 パルス波 B の波形



パルス波 A の波形



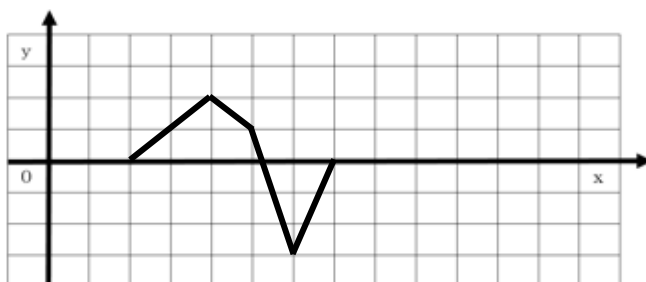
パルス波 B の波形



変位

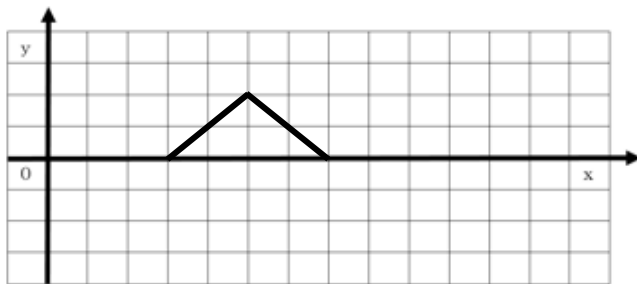
x	パルス波 A による y 方向の変位	パルス波 B による y 方向の変位	合成波による y 方向の変位
0	0	0	0
1	0	0	0
2	0	0	0
3	1	0	1
4	2	0	2
5	1	0	1
6	0	-3	-3
7	0	0	0
8	0	0	0
9	0	0	0

合成波の波形



問 2

パルス波 A の波形



パルス波 B の波形



パルス波 C の波形

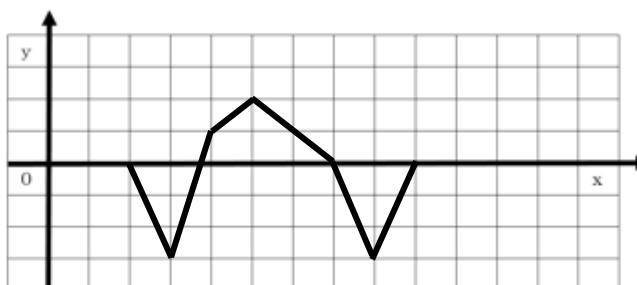


問 3

変位

x	パルス波 A による y 方向の変位	パルス波 B による y 方向の変位	パルス波 C による y 方向の変位	合成波による y 方向の変位
0	0	0	0	0
1	0	0	0	0
2	0	0	0	0
3	0	-3	0	-3
4	1	0	0	1
5	2	0	0	2
6	1	0	0	1
7	0	0	0	0
8	0	0	-3	-3
9	0	0	0	0

合成波の波形



図よりまず合成波による y 方向の変位を読み取り記載する。さらにパルス波 A と B それぞれによる y 方向の変位を記載する。パルス波 D による y 方向の変位＝合成波による y 方向の変位－パルス波 A による y 方向の変位－パルス波 B による y 方向の変位を計算し、記載する。

x	合成波による y 方向の変位	パルス波 A によ る y 方向の変位	パルス波 B によ る y 方向の変位	パルス波 D によ る y 方向の変位
0	0	0	0	0
0.5	0	0	0	0
1	-1.5	0	-1.5	0
1.5	-3	0	-3	0
2	-1.5	0	-1.5	0
2.5	0	0	0	0
3	0	0	0	0
3.5	0	0	0	0
4	0.5	0.5	0	0
4.5	1	1	0	0
5	1.5	1.5	0	0
5.5	0.5	2	0	-1.5
6	-1.5	1.5	0	-3
6.5	-0.5	1	0	-1.5
7	0.5	0.5	0	0
7.5	0	0	0	0
8	0	0	0	0
8.5	0	0	0	0
9	0	0	0	0

表より、パルス波 D の時刻 $t + 5$ [s] における波形が求まる。パルス波 D は一秒間に 1 目盛りずつ負の方向に進むので、時刻 t [s] における波形を図示すると次のとおりとなる。

パルス波 D の波形



第2問

問 1	(①) : 原子 (②) : 陽子 (③) : 中性子 (④) : 分子 (⑤) : 素粒子 (⑥) : 重力 (または万有引力)
問 2	核反応式を $4\text{}^1_1\text{H} \rightarrow \text{}^4_2\text{He} + \text{}^A_Z\text{X}$ とすると, $4 = 4 + A$ $4 = 2 + Z$ 従って, $A = 0, Z = 2$ である。これを満たすのは 2 個の陽電子である。 核反応式: $4\text{}^1_1\text{H} \rightarrow \text{}^4_2\text{He} + 2\text{e}^+$ (⑦) : 2 (⑧) : 陽電子
問 3	減少した質量を Δm とすると, $\Delta m = 4 \times 1.0078\text{u} - (4.0026\text{u} + 2 \times 0.0005\text{u})$ $= 0.0276\text{u}$ $\div 4.58 \times 10^{-29}\text{kg}$
問 4	この恒星全体においてこの核融合により減少した質量を m [kg], 真空中の光の速さを c [m/s]とすると, 放出されるエネルギー $E = mc^2$ [J]であるから $E = 4.58 \times 10^{-29} \times \frac{8.00 \times 10^{38}}{4} \times (3.00 \times 10^8)^2 \div 8.24 \times 10^{26}\text{J}$

第3問

問 1	コンデンサーの電気量を Q，電気容量を C，極板間の電位差を V とすると，静電エネルギーは $\frac{1}{2}QV$ である。$Q = CV$ より，求める静電エネルギーは $\frac{1}{2}CV^2$ である。
問 2	電池がした仕事は QV である。$Q = CV$ より，求める仕事は CV^2 である。
問 3	一致しない理由は，電池がした仕事の半分はジュール熱として失われるためである。
問 4	極板間隔を広げる前の静電エネルギーは $\frac{1}{2}CV^2 \dots (a)$ である。極板間隔を 2 倍に広げたときの新たな電気容量を C_2 とすると，$C_2 = \frac{1}{2}C$ である。電気量 $Q = CV$ は変わっていないので，新たな静電エネルギーは $\frac{Q^2}{2C_2} = \frac{C^2V^2}{C} = CV^2 \dots (b)$ である。外力がした仕事は $(b) - (a)$ であるから $CV^2 - \frac{1}{2}CV^2 = \frac{1}{2}CV^2$ である。
問 5	誘電体の挿入前にコンデンサーに蓄えられている電気量は $Q = CV$ である。誘電体を挿入した後の電気量を Q_2 とすると，$Q_2 = \epsilon CV$ となる。従って電気量の変化は $Q_2 - Q = \epsilon CV - CV = (\epsilon - 1)CV$ である。$\epsilon > 1$ なのでこの変化量は正である。従ってコンデンサーに電荷が流入する。

第4問

問 1	$V_y = v_0 \sin \theta - gt \quad [\text{m/s}]$ $V_x = v_0 \cos \theta \quad [\text{m/s}]$
問 2	y 方向の速度成分を考えると, $V_y = v_0 \sin \theta - gt \quad \text{より} \quad t = \frac{v_0 \sin \theta - V_y}{g}$ 最高到達点において $V_y = 0$ となるため, 最高到達点に達する時刻 $t_1 = \frac{v_0 \sin \theta}{g}$ y 方向変位の式 $y = v_0 (\sin \theta) t - \frac{1}{2} g t^2$ に上で求めた t_1 を代入すると, $H_1 = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{g} - \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g} = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g} \quad [\text{m}]$ (別解) $V_y^2 - (v_0 \sin \theta)^2 = -2gy \quad \text{より,} \quad V_y = 0 \text{ を代入すると,} \quad H_1 = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g} \quad [\text{m}]$
問 3	平板 B に衝突する直前の y 方向の速度成分を V_B とすると, $V_B = -gt = -g \quad [\text{m/s}]$。 非弾性衝突によって y 方向の速度成分は反転 (上向き) となり, 0.8 倍されるので, 衝突後の y 方向の速度成分を V_B' とすると, $V_B' = -0.8V_B = 0.8g \quad [\text{m/s}]。$ これを y 方向の初速度とする斜方投射を考えると $0^2 - (0.8g)^2 = -2g(H_2 - h) \quad \text{が成り立つ。よって} \quad H_2 - h = 0.32g \quad [\text{m}]$
問 4	h から H_2 に達するまでの時間を t_3 とすると, 衝突から H_2 に達するまでの y 方向の速度成分 V_{y2} は $V_{y2} = V_B' - gt_3 = 0.8g - gt \quad \text{となる。}$ H_2 において $V_{y2} = 0$ であるので, $0 = 0.8g - gt_3$ である。よって $t_3 = \frac{0.8g}{g} = 0.8 \quad [\text{s}]$ である。 $H_1 - h = \frac{(-g)^2}{2g} = 0.5g \quad [\text{m}] \quad \text{であるから,}$ $H_2 = H_1 - (H_1 - h) + (H_2 - h) = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g} - 0.5g + 0.32g = \frac{(v_0 \sin \theta)^2}{2g} - 0.18g \quad \text{である。}$ 高さ H_2 から地面に落下するのに要する時間を t_4 とおくと, $H_2 = \frac{1}{2} g t_4^2$ より $t_4 = \sqrt{\frac{2H_2}{g}} = \sqrt{\frac{(v_0 \sin \theta)^2}{g^2} - 0.36} \quad \text{である。}$ よって求める距離 $X_{AC} = (t_1 + t_2 + t_3 + t_4) V_x$ $= \left(\frac{v_0 \sin \theta}{g} + 1 + 0.8 + \sqrt{\frac{(v_0 \sin \theta)^2}{g^2} - 0.36} \right) v_0 \cos \theta$ $= \left(\sqrt{\frac{(v_0 \sin \theta)^2}{g^2} - 0.36} + \frac{v_0 \sin \theta}{g} + 1.8 \right) v_0 \cos \theta \quad [\text{m}]$ * 水平面に対しての衝突は x 方向の速度成分に影響しない。