

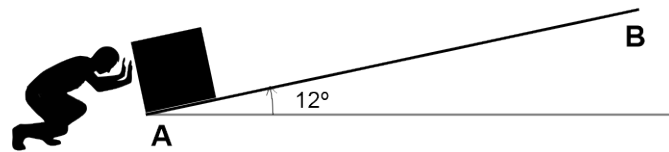
OLIMPÍADA BRASILEIRA DE FÍSICA 2020
1ª FASE - 17 DE OUTUBRO DE 2020

NÍVEL III
Ensino Médio
3ª e 4ª séries

LEIA ATENTAMENTE AS INSTRUÇÕES:

1. Esta prova destina-se exclusivamente aos alunos da 3ª e 4ª séries do nível médio. Ela contém 20 questões.
2. Cada questão contém cinco alternativas, das quais apenas uma é correta.
3. A **Folha de Respostas** encontra-se na última página deste caderno.
4. A prova é individual e sem consultas. A prova deve ser resolvida apenas com folhas de papel em branco para rascunho, caneta, lápis, borracha, régua e compasso.
5. Durante a prova, pode-se usar o celular ou computador apenas para acessar o site <https://app.graxaim.org/obf/2020>, ou para receber e enviar mensagens para o professor credenciado da OBF em sua escola. Caso sua instituição tenha providenciado uma página com um formulário eletrônico para o envio das respostas, esta também pode ser acessada. O uso dos demais recursos de seu celular ou computador (aplicativos matemáticos, gráficos, de consultas a material bibliográfico e anotações, calculadoras e congêres) é proibido.
6. A resolução das questões e envio das respostas deve ocorrer das 13h00 às 17h00, horário local (exceto estudantes de Fernando de Noronha, que devem seguir o horário de Brasília). Acesse https://app.graxaim.org/obf/2020/instrucoes_primeira_fase_estudantes.html para informações adicionais.
7. São vedados comentários e discussões nas redes sociais sobre os enunciados das questões, suas possíveis resoluções e respostas até as 19h00, horário de Brasília, de 17/10/2020.
8. Se necessário e salvo indicação em contrário, use: $\sqrt{2} = 1,4$; $\sqrt{3} = 1,7$; $\sqrt{5} = 2,2$; $\text{sen}(30^\circ) = 0,50$; $\text{cos}(30^\circ) = 0,85$; $\text{sen}(45^\circ) = 0,70$; $\pi = 3,0$; densidade da água = $1,0 \text{ g/cm}^3$; $1 \text{ cal} = 4,2 \text{ J}$; calor específico da água líquida = $1,0 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; calor latente de fusão da água = $80 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; calor latente de vaporização da água = $540 \text{ cal g}^{-1} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$; velocidade da luz no vácuo $3 \times 10^8 \text{ m/s}$; carga elementar $1,6 \times 10^{-19} \text{ C}$; e aceleração da gravidade = 10 m/s^2 .

Questão 1. Uma caixa de massa 5,0 kg em repouso no ponto A de um plano inclinado sofre um impulso “instantâneo” de um menino. Após percorrer 4,5 m, a caixa para no ponto B . Considerando desprezível a resistência do ar e sabendo que o coeficiente de atrito cinético entre as superfícies em contato é $\mu = 0,20$, determine aproximadamente a velocidade, em m/s, imprimida no caixote no ponto A . Dados: $\sin 12^\circ = 0,20$ e $\cos 12^\circ = 0,98$.



- a) 9,4
- b) 8,4
- c) 6,0
- d) 4,6
- e) 5,2

Questão 2. Uma massa gasosa, considerada ideal, numa pressão P_0 e numa temperatura T_0 expande de forma isobárica até ocupar o dobro do volume. Em seguida, esta massa sofre a realização de um trabalho de forma isotérmica, passando a ocupar o volume inicial. Ao final da transformação isotérmica, o gás está a uma pressão P e a uma temperatura T , tais que:

- a) $P = P_0 ; T > T_0$.
- b) $P > P_0 ; T < T_0$.
- c) $P < P_0 ; T > T_0$.
- d) $P > P_0 ; T > T_0$.
- e) $P < P_0 ; T = T_0$.

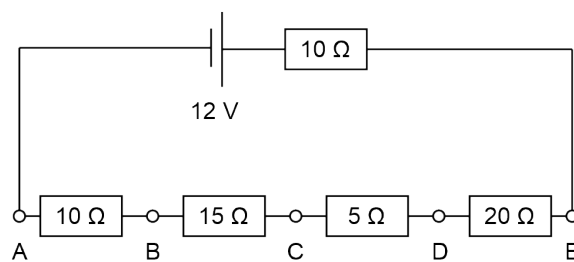
Questão 3. Em um laboratório didático de física, um professor realiza algumas transformações gasosas e pede para que os estudantes as identifiquem como isotérmica, adiabática, isovolumétrica ou isobárica. As transformações foram:

- I. O gás contido em um recipiente é liberado através da súbita abertura da válvula de contenção do recipiente.
- II. Um botijão rígido e lacrado, contendo gás carbônico, é resfriado.
- III. Uma seringa metálica, dotada de um êmbolo móvel e cheia de O_2 , é lentamente levada até o fundo de uma vasilha contendo grande quantidade de água.
- IV. Uma seringa de plástico, cheia de ar e provida de um êmbolo móvel, é rapidamente retirada do fundo de uma vasilha contendo água.

As transformações I, II, III e IV podem ser classificadas, respectivamente, como

- a) isotérmica, isobárica, adiabática, isotérmica.
- b) isotérmica, isobárica, isotérmica, adiabática.
- c) adiabática, isovolumétrica, isotérmica, isobárica.
- d) isobárica, isovolumétrica, isobárica, adiabática.
- e) adiabática, isovolumétrica, isotérmica, adiabática.

Questão 4. Precisando de uma fonte que lhe ofereça diferentes tensões, um estudante constrói o dispositivo abaixo. As diferentes tensões são obtidas ligando os fios entre os pontos A , B , C , D e E .



Quantos valores diferentes de tensão são possíveis de serem obtidos com este dispositivo?

- a) 10
- b) 8
- c) 6
- d) 5
- e) 4

Questão 5. É possível classificar as ondas em duas categorias: transversais e longitudinais. Assinale a alternativa que apresenta fenômenos comuns às ondas das duas categorias.

- a) Reflexão, refração e interferência.
- b) Reflexão, reflexão e polarização.
- c) Reflexão, polarização e interferência.
- d) Refração, polarização e difração.
- e) Polarização, difração e dispersão.

Questão 6. Em um laboratório de física, há uma peça composta de um eixo de alumínio contendo um sulco. Neste sulco, está preso um anel de ferro que pode se mover livremente (figura 1). Quando as peças estão a 20°C (figuras 2 e 3), as peças não podem ser separadas, pois o raio interno do anel é $12,00\text{ cm}$ e o raio externo do sulco é $12,05\text{ cm}$. Um estudante encontra uma maneira de separá-las através da variação de suas temperaturas, pois elas têm coeficientes de dilatação diferentes. Os coeficientes de dilatação linear do alumínio e do ferro são, respectivamente, $2,2 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$ e $1,1 \times 10^{-5} \text{ }^\circ\text{C}^{-1}$.

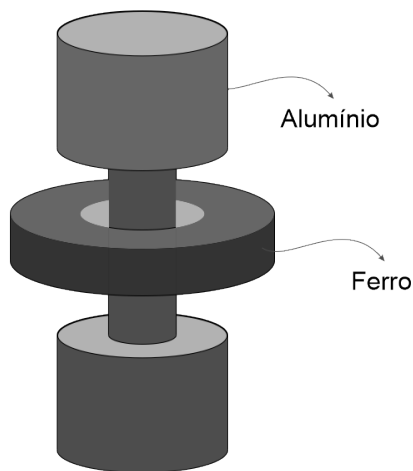


figura 1

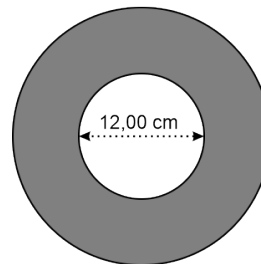


figura 2

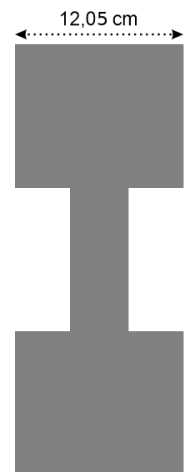
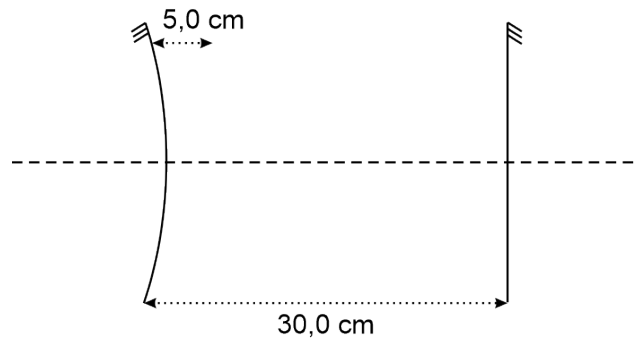


figura 3

Sejam T_a e T_e , respectivamente, as temperaturas finais do anel e do eixo, suficientes para separar as duas peças. A menor diferença absoluta entre elas (menor $|T_a - T_e|$) é obtida:

- a) reduzindo igualmente as temperaturas das duas peças.
- b) elevando igualmente as temperaturas das duas peças.
- c) aquecendo apenas o anel.
- d) resfriando apenas o eixo.
- e) resfriando apenas o anel.

Questão 7. A figura representa um espelho convexo de distância focal igual a 20 cm e um espelho plano colocado um em frente ao outro. Um objeto é colocado entre eles a 5,0 cm do espelho convexo. A distância entre as duas primeiras imagens formadas pelo espelho plano, em cm, é:



- a) 4,0
- b) 5,0
- c) 9,0
- d) 24
- e) 49

Questão 8. Necessitava-se determinar o tipo e o número de partículas em excesso em uma pequena esfera de isopor eletrizada. Para isto, ela foi abandonada em um campo elétrico uniforme de intensidade $2,0 \times 10^4$ N/C, vertical para cima, suficiente para mantê-la em repouso, flutuando no ar. Sabendo que a massa da esfera era 6,4 g, determinou-se que havia um excesso de

- a) $2,0 \times 10^{16}$ elétrons
- b) $2,0 \times 10^{13}$ elétrons
- c) $2,0 \times 10^{13}$ prótons
- d) $2,0 \times 10^{10}$ elétrons
- e) $2,0 \times 10^{10}$ prótons

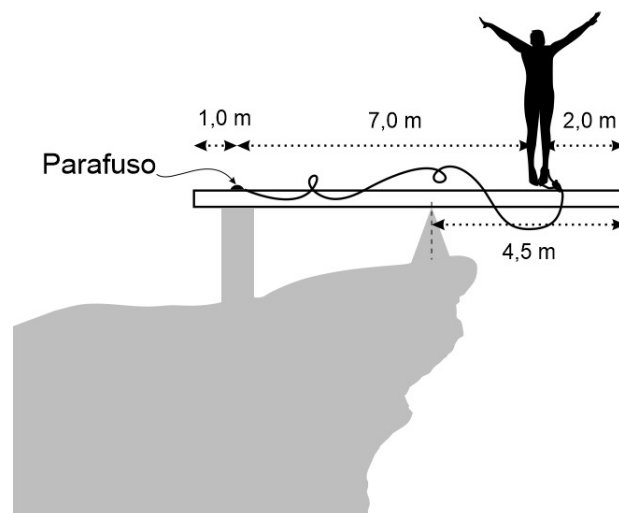
Questão 9. Uma pessoa está parada entre dois espelhos planos paralelos um voltado para o outro, como representado na figura.



Se essa pessoa se mover no sentido do espelho da esquerda com uma velocidade de $1,0 \text{ m/s}$, suas duas primeiras imagens no espelho da direita

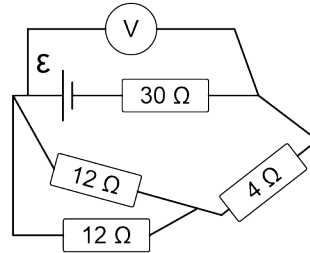
- a) se afastam uma da outra com uma velocidade de $2,0 \text{ m/s}$.
- b) se aproximam uma da outra com uma velocidade de $2,0 \text{ m/s}$.
- c) se afastam uma da outra com uma velocidade de $1,0 \text{ m/s}$.
- d) se aproximam uma da outra com uma velocidade de $1,0 \text{ m/s}$.
- e) se deslocam juntas com a mesma velocidade.

Questão 10. Para saltar de um bungee jump (uma longa corda elástica), uma pessoa de massa 80 kg anda sobre uma prancha metálica, rígida e homogênea, de massa 40 kg . A prancha está presa ao piso através de um parafuso resistente, a $1,0$ metro de sua extremidade esquerda, conforme mostra a figura. Qual o valor da força, em kgf , que o parafuso exerce na prancha quando a pessoa atinge a posição mostrada?



- a) 120
- b) 70,0
- c) 44,0
- d) 40,0
- e) 22,5

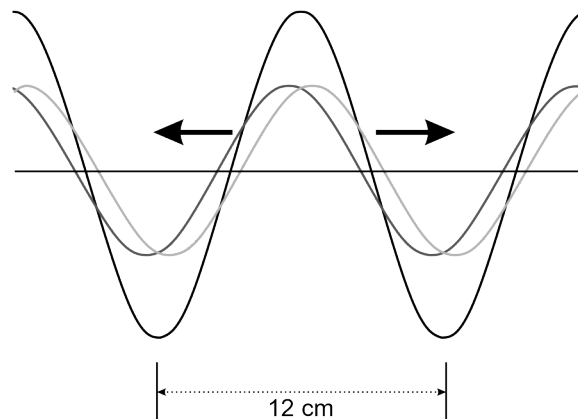
Questão 11. Considere o circuito abaixo que contém quatro resistências, um voltímetro V e uma fonte ε . Uma resistência de 15Ω deve ser associada a ele para que o valor de sua resistência equivalente seja 20Ω .



Esta resistência deve ser associada em

- Série com uma das resistências de 12Ω .
- Paralelo com a resistência 30Ω .
- Paralelo com a resistência de 4Ω .
- Série com o voltímetro.
- Paralelo com a fonte.

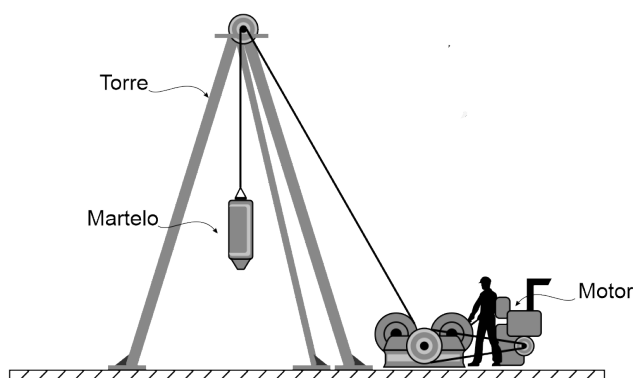
Questão 12. O instantâneo da interferência de duas ondas que se propagam em sentidos opostos em uma corda é mostrado a seguir. Nele estão representadas as duas ondas e a onda resultante.



Sabe-se que a frequência da fonte produtora das ondas é $5,0 \text{ Hz}$. Considere como o instante inicial um estado no qual a corda apresenta máxima deformação (por exemplo, pouco antes do estado representado na figura). O primeiro instante no qual a corda estará na horizontal, em s , é

- 2×10^{-2}
- 5×10^{-2}
- 1×10^{-1}
- 2×10^{-1}
- 3×10^{-1}

Questão 13. Bate estaca é um equipamento utilizado para a execução de fundações profundas nas construções. Os bate estacas são usados para a cravação dos diversos tipos de estacas, como estaca pré-moldada de concreto, metálica e de madeira. É, em geral, composto de uma torre e um martelo que irá realizar o movimento que gerará a força necessária para a cravação da estaca no solo. O bate-estacas por gravidade é um dos tipos mais utilizados em obras. É composto por guias verticais e por um motor que tem a finalidade de erguer um peso (o martelo) até certa altura e soltá-lo. Quem faz o esforço da cravação é a gravidade. A média de golpes conseguidos é de 10 por minuto. A figura mostra um destes equipamentos



Uma determinada obra usa um bate-estacas por gravidade cujo martelo tem massa de 200 kg. Considere que (1) inicialmente o martelo é solto de uma altura de 8,0 metros em relação à parte superior da estaca, (2) a cada batida a estaca afunda 10 cm no solo e (3) depois da batida o martelo é elevado à mesma altura em relação ao solo.

Considerando que, a cada batida, 90% da energia mecânica do martelo é convertida em trabalho de perfuração do solo, o trabalho mecânico que ele realiza sobre a estaca no primeiro minuto é, em J, igual a

- a) $1,60 \times 10^4$
- b) $1,44 \times 10^5$
- c) $1,54 \times 10^5$
- d) $1,60 \times 10^5$
- e) $1,71 \times 10^5$

Questão 14. Uma bússola naturalmente aponta para o Norte Geográfico da Terra. Porém, a proximidade de sistemas específicos podem levá-la a apontar em outra direção, ou seja, defletir. Considerados isoladamente, isto é sem a ação de outros sistemas, **não** haverá deflexão da bússola se ela estiver muito próxima de

- a) uma placa de ferro.
- b) uma esfera de alumínio.
- c) um tubo de raios catódicos em funcionamento.
- d) um solenoide percorrido por uma alta corrente elétrica.
- e) um fio de cobre percorrido por uma corrente elétrica retificada.

Questão 15. Tem-se duas peças de mesma massa M , uma de ouro e outra de alumínio, ambas a 20°C . O ouro possui calor específico igual a $0,03 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, calor latente de fusão igual a 15 cal/g e ponto de fusão igual a 1060°C . O alumínio possui calor específico igual a $0,2 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$, calor latente de fusão igual a 95 cal/g e ponto de fusão igual a 660°C . O calor necessário para fundir totalmente a peça de ouro é o suficiente para

- a) fundir completamente a peça de alumínio e elevar a temperatura do líquido a 1064°C .
- b) fundir completamente a peça de alumínio sem ultrapassar a temperatura de 660°C .
- c) elevar a temperatura da peça de alumínio a 251°C .
- d) elevar a temperatura da peça de alumínio a 231°C .
- e) fundir apenas $1/4$ da peça de alumínio.

Questão 16. Uma telha de concreto produz energia elétrica a partir de células fotovoltaicas, sem necessidade de painéis solares adicionais. Essa é a tecnologia que recebeu aval e registro do INMETRO e chegará ao Brasil por meio da Eternit. A telha BIG-F10 é a primeira no país deste tipo. A capacidade de produção média mensal de uma única telha é de $1,15 \text{ Kilo-watts hora por mês (kWh/mês)}$. O consumo médio residencial de energia elétrica no Brasil é de $152,2 \text{ kWh/mês}$. Cada telha de concreto da Eternit Solar produz energia a uma taxa $9,16 \text{ J/s}$, é retangular e tem as seguintes dimensões $365 \text{ mm} \times 475 \text{ mm}$. (texto modificado a partir: <https://opetroleo.com.br/empresa-brasileira-eternit-autorizada-a-vender-telha-para-geracao-de-energia-solar>)

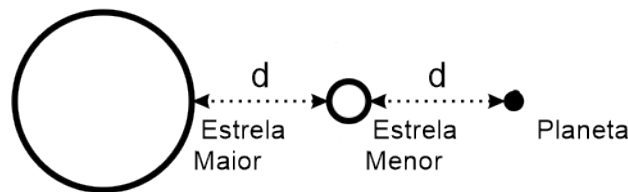
Uma pequena empresa funciona 12 horas por dia, 30 dias por mês, utilizando continuamente 8 máquinas cujas especificações são dadas no rótulo $220\text{V} - 20\text{A}$. Admitindo que elas funcionam à plena carga, e que as condições climáticas no período são ótimas para a produção de energia fotovoltaica, qual a área do telhado desta indústria, em m^2 , que deve ser coberta com esse tipo telha para suprir o consumo mensal de suas máquinas?

- a) 16000
- b) 1584
- c) 1377
- d) 1910
- e) 239

Texto para as questões 17, 18

Um dos focos da astronomia é o estudo dos sistemas binários, sistemas onde uma estrela orbita em torno de outra. Um destes sistemas é o HD 142527. Para compreender melhor como tais sistemas se formam e evoluem, os astrônomos se valeram do Atacama Large Millimeter/submillimeter Array (ALMA) para fazer uma nova e detalhada observação do disco protoplanetário em torno do sistema HD 142527, um sistema binário a cerca de 450 anos-luz da Terra em um aglomerado estelar jovem, conhecido como Associação Escorpião-Centauro. O sistema HD 142527 consiste de uma estrela principal com um pouco mais que o dobro da massa do Sol e uma pequena companheira com apenas cerca de um terço da massa do Sol. Elas estão separadas mais ou menos pela distância entre o Sol e Saturno. (Disponível em <https://www.blogs.unicamp.br/chivononpo/2016/02/13/formacao-de-planetas-em-sistemas-estelares-binarios/>, adaptado)

Questão 17. Considere que um planeta com massa aproximadamente igual a massa de Saturno orbite essas estrelas.



Quando esse planeta passar pela posição representada na figura, a razão entre a força gravitacional resultante que essas estrelas nele exercem e a força gravitacional que o Sol exerce em Saturno é

- a) $7/3$
- b) $4/3$
- c) $6/5$
- d) $5/6$
- e) $3/7$

Questão 18. Durante um debate sobre o texto são feitas três afirmações:

- I. Qualquer sonda lançada da Terra irá levar 450 anos para alcançar o HD 142527.
- II. Um evento, ocorrido no HD 142527 e observado aqui da Terra hoje, aconteceu há 450 anos atrás.
- III. As trajetórias de eventuais planetas desse sistema são elipses na qual cada estrela do binário ocupa um dos focos.

É (são) correta(s) a(s) afirmativa(s):

- a) I
- b) II
- c) III
- d) I e II
- e) II e III

Questão 19. Um foguete de massa igual a $5,0 \times 10^2$ kg parte do repouso sofrendo impulso resultante de $4,0 \times 10^6$ Ns durante um intervalo de tempo de $2,0 \times 10^2$ s. Considerando que a massa do foguete é constante, a potência média desenvolvida pelos propulsores do foguete nesse intervalo de tempo, em W, foi de

- a) $1,0 \times 10^2$
- b) $2,0 \times 10^4$
- c) $2,0 \times 10^6$
- d) $8,0 \times 10^7$
- e) $1,6 \times 10^8$

Questão 20. Para facilitar a exploração espacial, os cientistas buscam desenvolver motores que possam acelerar as naves durante um período de tempo longo e com baixo consumo de combustível. Uma alternativa é o sistema de propulsão elétrica de íons. Atualmente estão sendo desenvolvidos propulsores deste tipo que podem proporcionar até 100 kW de potência e alcançar velocidades de 15 km/s a 30 km/s. Considere um foguete de massa 6000 kg equipado com um sistema deste. Quanto tempo, em horas, o sistema de propulsão deve funcionar, a plena potência (100 kW), para alcançar a velocidade de 20 km/s partindo do repouso? (Admita em suas considerações que o jato de íons tem massa desprezível.)


- a) $1,2 \times 10^7$
- b) $6,0 \times 10^4$
- c) $2,0 \times 10^4$
- d) $3,3 \times 10^3$
- e) $6,0 \times 10^2$

Olimpíada Brasileira de Física - 2020

Primeira Fase - Nível III

Folha de Respostas

Nome:	Série:
E-mail:	
Assinatura:	

Para cada questão, de 1 a 20 (Q.1 a Q.20), preencha completamente, desse modo , com tinta esferográfica azul ou preta, o campo com a alternativa que você selecionou.

	a	b	c	d	e
Q.1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.2	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.3	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.4	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.5	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.6	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.7	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.8	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.9	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.10	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

	a	b	c	d	e
Q.11	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.12	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.13	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.14	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.15	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.16	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.17	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.18	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.19	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Q.20	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>