Ciências da Natureza

2011 vestibular nacional UNICAMP

Instruções para a realização da prova

- Neste caderno você deverá responder às questões da prova de **Ciências da Natureza** (questões de 1 a 24).
- A prova deve ser feita a caneta, azul ou preta. Utilize apenas o espaço reservado (pautado) para a resolução das questões.
- Cada questão vale 4 pontos. Será eliminado o candidato com zero em qualquer uma das provas da 2ª fase.
- **Atenção:** nas questões que exigem cálculo, não basta escrever apenas o resultado final. É necessário mostrar a resolução ou o raciocínio utilizado para responder às questões.
- **A duração total da prova é de quatro horas.**

ATENÇÃO
Os rascunhos **não** serão considerados na correção.

ORDEM	INSCRIÇÃO	ESCOLA	SALA	LUGAR NA SALA

NOME

ASSINATURA DO CANDIDATO

VESTIBULAR NACIONAL UNICAMP 2011 – 2ª FASE
CIÊNCIAS DA NATUREZA

COMVEST
Comissão Permanente para os Vestibulares

UNICAMP
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO

RASCUNHO

Classificação Periódica dos Elementos Químicos

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1 **H** Hidrogênio 1,0079																	2 **He** Hélio 4,0026
3 **Li** Lítio 6,941(2)	4 **Be** Berílio 9,0122											5 **B** Boro 10,811(5)	6 **C** Carbono 12,011	7 **N** Nitrogênio 14,007	8 **O** Oxigênio 15,999	9 **F** Fluor 18,998	10 **Ne** Neônio 20,180
11 **Na** Sódio 22,990	12 **Mg** Magnésio 24,305											13 **Al** Alumínio 26,982	14 **Si** Silício 28,086	15 **P** Fósforo 30,974	16 **S** Enxofre 32,066(6)	17 **Cl** Cloro 35,453	18 **Ar** Argônio 39,948
19 **K** Potássio 39,098	20 **Ca** Cálcio 40,078(4)	21 **Sc** Escândio 44,956	22 **Ti** Titânio 47,867	23 **V** Vanádio 50,942	24 **Cr** Crômio 51,996	25 **Mn** Manganês 54,938	26 **Fe** Ferro 55,845(2)	27 **Co** Cobalto 58,933	28 **Ni** Níquel 58,693	29 **Cu** Cobre 63,546(3)	30 **Zn** Zinco 65,39(2)	31 **Ga** Gálio 69,723	32 **Ge** Germânio 72,61(2)	33 **As** Arsênio 74,922	34 **Se** Selênio 78,96(3)	35 **Br** Bromo 79,904	36 **Kr** Criptônio 83,80
37 **Rb** Rubídio 85,468	38 **Sr** Estrôncio 87,62	39 **Y** Ítrio 88,906	40 **Zr** Zircônio 91,224(2)	41 **Nb** Nióbio 92,906	42 **Mo** Molibdênio 95,94	43 **Tc** Tecnécio 98,906*	44 **Ru** Rutênio 101,07(2)	45 **Rh** Ródio 102,91	46 **Pd** Paládio 106,42	47 **Ag** Prata 107,87	48 **Cd** Cádmio 112,41	49 **In** Índio 114,82	50 **Sn** Estanho 118,71	51 **Sb** Antimônio 121,76	52 **Te** Telúrio 127,60(3)	53 **I** Iodo 126,90	54 **Xe** Xenônio 131,29(2)
55 **Cs** Césio 132,91	56 **Ba** Bário 137,33	57 a 71 **La-Lu**	72 **Hf** Háfnio 178,49(2)	73 **Ta** Tântalo 180,95	74 **W** Tungstênio 183,84	75 **Re** Rênio 186,21	76 **Os** Ósmio 190,23(3)	77 **Ir** Irídio 192,22	78 **Pt** Platina 195,08(3)	79 **Au** Ouro 196,97	80 **Hg** Mercúrio 200,59(2)	81 **Tl** Tálio 204,38	82 **Pb** Chumbo 207,2	83 **Bi** Bismuto 208,98	84 **Po** Polônio 209,98*	85 **At** Astato 209,99*	86 **Rn** Radônio 222,02*
87 **Fr** Frâncio 223,02*	88 **Ra** Rádio 226,03*	89 a 103 **Ac-Lr**	104 **Rf** Rutherfórdio 261*	105 **Db** Dúbnio 262*	106 **Sg** Seabórgio ---	107 **Bh** Bóhrio ---	108 **Hs** Hássio ---	109 **Mt** Meitnério ---									

Número atômico → 25
Símbolo → **Mn**
Nome → Manganês
Massa atômica relativa → 54,938

Massa atômica relativa. A incerteza no último dígito é ±1, exceto quando indicado entre parênteses. Os valores com * referem-se ao isótopo mais estável.

57 **La** Lantânio 138,91	58 **Ce** Cério 140,12	59 **Pr** Praseodímio 140 91	60 **Nd** Neodímio 144,24(3)	61 **Pm** Promécio 146,2*9	62 **Sm** Samário 150,36(3)	63 **Eu** Európio 151,96	64 **Gd** Gadolínio 157,25(3)	65 **Tb** Térbio 158,93	66 **Dy** Disprósio 162,50(3)	67 **Ho** Hólmio 164,93	68 **Er** Érbio 167,26(3)	69 **Tm** Túlio 168,93	70 **Yb** Itérbio 173,04(3)	71 **Lu** Lutécio 174,97
89 **Ac** Actínio 227,03*	90 **Th** Tório 232,04*	91 **Pa** Protactínio 231,04*	92 **U** Urânio 238,03*	93 **Np** Netúnio 237,05*	94 **Pu** Plutônio 239,05*	95 **Am** Amerício 241,06*	96 **Cm** Cúrio 244,06*	97 **Bk** Berquélio 249,08*	98 **Cf** Califórnio 252,08*	99 **Es** Einstênio 252,08*	100 **Fm** Férmio 257,10*	101 **Md** Mendelévio 258,10*	102 **No** Nobélio 259,10*	103 **Lr** Laurêncio 262,11

1. Doenças graves como o botulismo, a lepra, a meningite, o tétano e a febre maculosa são causadas por bactérias. As bactérias, no entanto, podem ser úteis em tecnologias que empregam a manipulação de DNA, funcionando como verdadeiras "fábricas" de medicamentos como a insulina.

a) Explique como a bactéria pode ser utilizada para a produção de medicamentos.

b) O botulismo e o tétano decorrem da ação de toxinas produzidas por bactérias que são adquiridas de diferentes formas pelos seres humanos. Como pode ocorrer a contaminação por essas bactérias?

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

2. Os anfíbios foram os primeiros vertebrados a habitar o meio terrestre. Provavelmente surgiram de peixes crossopterígeos que eventualmente saíam da água à procura de insetos. Antes de ganharem o meio terrestre, esses ancestrais dos anfíbios passaram por modificações em sua estrutura e em sua fisiologia.

a) Mencione duas modificações importantes nessa transição.

b) Os anfíbios são classificados em três ordens: Gymnophiona ou Apoda (cobras cegas), Urodela (salamandras) e Anura (sapos, rãs e pererecas). Mencione uma característica exclusiva de cada uma delas.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

3. As aves migratórias voam muitas vezes a grandes altitudes e por longas distâncias sem parar. Para isso, elas apresentam adaptações estruturais e também fisiológicas, como a maior afinidade da hemoglobina pelo oxigênio.

a) Explique a importância da maior afinidade da hemoglobina pelo oxigênio nas aves migratórias.

b) Indique duas adaptações estruturais que as aves em geral apresentam para o voo e qual a importância dessas adaptações.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

4. A polinização geralmente ocorre entre flores da mesma planta ou entre flores de plantas diferentes da mesma espécie, caracterizando a polinização ou fecundação cruzada. Como a maioria das flores é hermafrodita (monóclina), há mecanismos que evitam a autopolinização (autofecundação).

a) Explique um dos mecanismos que dificultam ou evitam a autopolinização.

b) Qual a importância dos mecanismos que evitam a autopolinização?

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

5. As substâncias orgânicas que nutrem as plantas são produzidas por meio da fotossíntese em células dotadas de cloroplastos, localizadas principalmente nas folhas. Nesse processo, que tem a luz como fonte de energia, moléculas de água (H_2O) e de gás carbônico (CO_2) reagem, originando moléculas orgânicas. As moléculas de água são absorvidas principalmente através da raiz, e o CO_2, através dos estômatos.

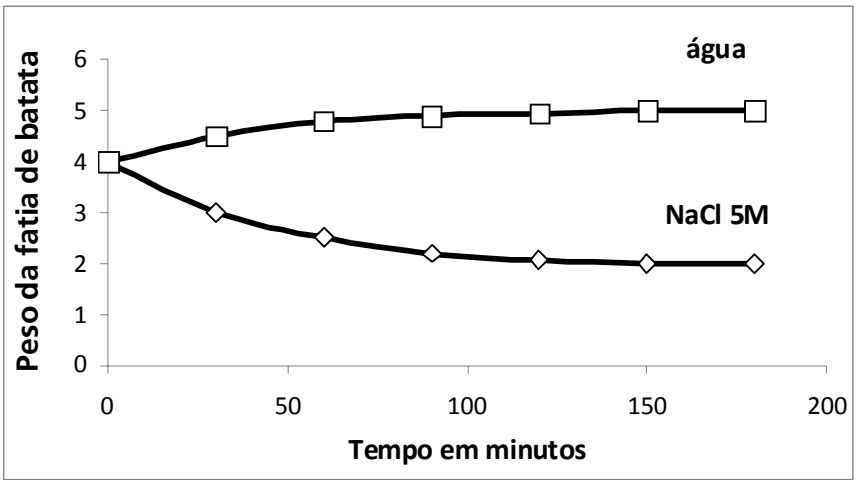
a) A abertura dos estômatos depende de diversos fatores ambientais. Cite um fator ambiental que afeta a abertura estomática e explique como isso ocorre.

b) Que processo permite que a planta utilize parte das substâncias orgânicas produzidas na fotossíntese como fonte de energia para suas células? Em que consiste esse processo?

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

6. Duas fatias iguais de batata, rica em amido, foram colocadas em dois recipientes, um com NaCl 5M e outro com H_2O. A cada 30 minutos as fatias eram retiradas da solução de NaCl 5M e da água, enxugadas e pesadas. A variação de peso dessas fatias é mostrada no gráfico abaixo.



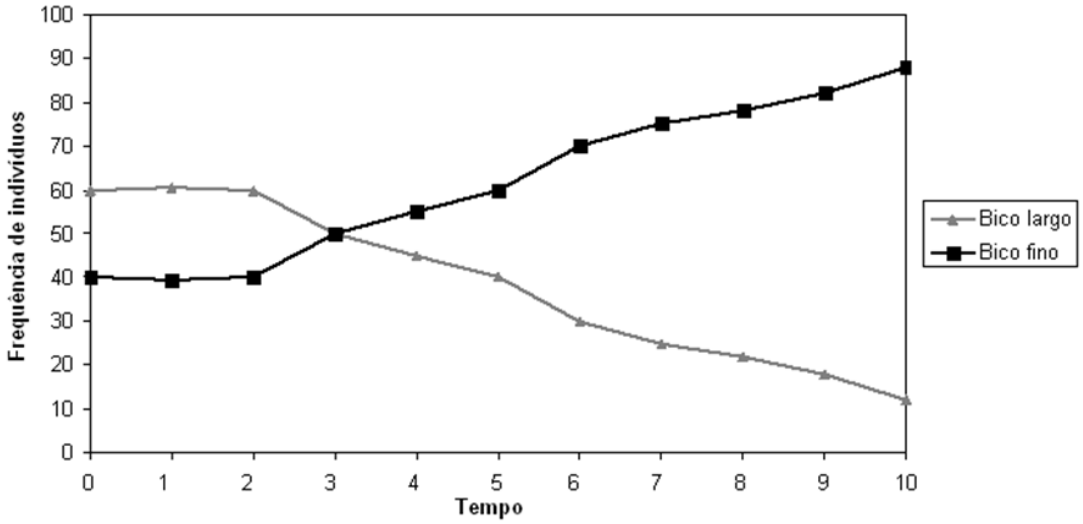
a) Explique a variação de peso observada na fatia de batata colocada em NaCl 5M e a observada na fatia de batata colocada em água.

b) Hemácias colocadas em água teriam o mesmo comportamento das células da fatia da batata em água? Justifique.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

7. O gráfico abaixo mostra a variação ao longo do tempo na frequência de dois fenótipos, relativos à forma do bico de uma espécie de ave. Os pesquisadores notaram uma relação dessa variação fenotípica com uma alteração na disponibilidade de diferentes tipos de organismos predados por essas aves e atribuíram a variação observada à seleção natural.



a) Explique como a variação em populações de presas pode causar as mudanças nas frequências dos fenótipos mostradas no gráfico.

b) Como o darwinismo explica o mecanismo de adaptação como parte do processo evolutivo?

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

8. No início do século XX, o austríaco Karl Landsteiner, misturando o sangue de indivíduos diferentes, verificou que apenas algumas combinações eram compatíveis. Descobriu, assim, a existência do chamado sistema ABO em humanos. No quadro abaixo são mostrados os genótipos possíveis e os aglutinogênios correspondentes a cada tipo sanguíneo.

Tipo sanguíneo	Genótipo	Aglutinogênio
A	I^AI^A ou I^Ai	A
B	I^BI^B ou I^Bi	B
AB	I^AI^B	A e B
O	ii	Nenhum

a) Que tipo ou tipos sanguíneos poderiam ser utilizados em transfusão de sangue para indivíduos de sangue tipo A? Justifique.

b) Uma mulher com tipo sanguíneo A, casada com um homem com tipo sanguíneo B, tem um filho considerado doador de sangue universal. Qual a probabilidade de esse casal ter um(a) filho(a) com tipo sanguíneo AB? Justifique sua resposta.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

9. Uma maneira de se produzir ferro metálico de uma forma "mais amigável ao meio ambiente" foi desenvolvida por dois cientistas, um norte-americano e um chinês, que constataram a surpreendente solubilidade dos minérios de ferro em carbonato de lítio líquido, em temperaturas ao redor de 800 °C. No processo, a eletrólise dessa solução, realizada com uma corrente elétrica de alta intensidade, leva à separação dos elementos que compõem os minérios e à produção do produto desejado.

a) O artigo que relata a descoberta informa que os elementos que formam o minério são produzidos separadamente em dois compartimentos, na forma de substâncias elementares. Que substâncias são essas? Dê os nomes e as fórmulas correspondentes.

b) O processo atual de obtenção de ferro consiste na utilização de alto forno, que funciona a uma temperatura entre 1300 e 1500 °C, com adição de carbono para a reação de transformação do minério. Considerando todas as informações dadas, apresente duas diferenças entre o processo atual e o novo. Explique, separadamente, como essas diferenças justificam que o novo processo seja caracterizado como "mais amigável ao meio ambiente".

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

10. Dentro do programa europeu NR2C (New Road Constructions Concepts), um tipo de cimento que contém TiO_2 foi desenvolvido e aplicado em pavimentos de cidades como Hengelo (Holanda) e Antuérpia (Bélgica). Esse TiO_2 presente na superfície do pavimento promove a transformação dos compostos NO_x emitidos pelos automóveis. Simplificadamente, os NO_x, ao entrarem em contato com o TiO_2 da superfície e na presença de luz, são transformados em nitrato, que é absorvido pelo pavimento. Resultados recentes mostraram que houve uma redução desses poluentes no ar próximo ao pavimento em até 45%, em comparação com o ar sobre o pavimento onde não houve a adição do TiO_2.

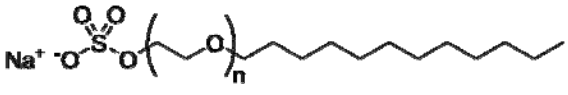
a) Dê a fórmula das substâncias que compõem esses NO_x e explique como eles se formam no caso dos automóveis.

b) De acordo com as informações do texto e o conhecimento químico, cite dois aspectos que poderiam diminuir a eficiência do dispositivo, quando ele estiver sendo utilizado na redução dos NO_x emitidos. Explique cada caso.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

11. Xampus e condicionadores utilizam as propriedades químicas de surfatantes para aumentar a molhabilidade do cabelo. Um xampu típico utiliza um surfatante aniônico, como o lauril éter sulfato de sódio (A), que ajuda a remover a sujeira e os materiais oleosos dos cabelos. Um condicionador, por sua vez, utiliza um surfatante catiônico, como o cloreto de lauril trimetil amônio (B), que é depositado no cabelo e ajuda a diminuir a repulsão entre os fios limpos dos cabelos, facilitando o pentear.



A

B

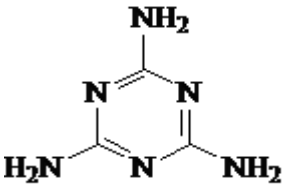
a) Considerando a estrutura do xampu típico apresentado, explique como ele funciona, do ponto de vista das interações intermoleculares, na remoção dos materiais oleosos.

b) Considerando-se as informações dadas e levando-se em conta a estrutura química desses dois surfatantes, a simples mistura dessas duas substâncias levaria a um "produto final ineficiente, que não limparia nem condicionaria". Justifique essa afirmação.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

12. Em 2008, uma contaminação de leite na China afetou a saúde de mais de 300 mil crianças. O leite, um importante alimento infantil, estava contaminado com uma substância denominada melamina (ver fórmula estrutural abaixo). A legislação, em geral, admite 2,5 ppm como uma concentração segura de melamina em alimentos, mas no leite em pó chinês foi encontrada uma concentração de até 6000 ppm dessa substância. Revelou-se que a contaminação foi proposital. Pequenos e grandes produtores, além de uma grande empresa, foram responsabilizados.



melamina

a) Sabendo que o leite é uma emulsão que contém água, açúcares, proteínas, sais minerais e lipídeos, explique por que o nitrogênio é o único elemento químico que permite determinar o teor de proteínas no leite.

b) Suponha que um dos produtores condenados tivesse adicionado 1000 litros de água a 9000 litros de leite puro e sem melamina. Quantos gramas de melamina ele deveria adicionar à mistura resultante para que a análise indicasse o teor de proteína igual ao do leite sem adulteração? Considere que um litro de leite puro contém 0,50 gramas de nitrogênio.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

13. Em toda situação de confinamento, prevista ou acidental, como no recente desastre na mina de cobre do Chile, sempre há grande preocupação com a revitalização do ar ambiente. O superóxido de potássio (KO_2) pode ser utilizado em dispositivos para revitalização do ar ambiente, já que ele reage com o gás carbônico, eliminando-o, e formando oxigênio gasoso como produto.

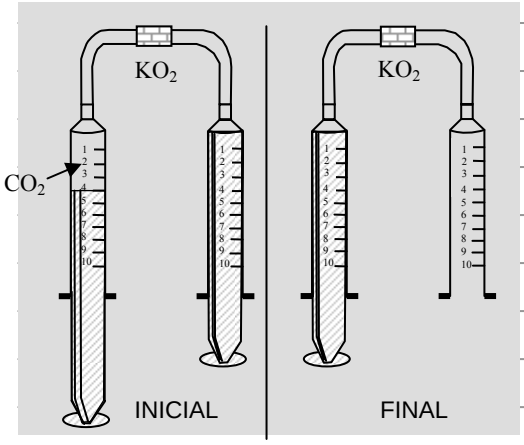
a) As equações das reações que ocorrem com o KO_2 em ambiente seco e úmido são, respectivamente,

$$4\ KO_2(s) + 2\ CO_2(g) = 3\ O_2(g) + 2\ K_2CO_3(s) \text{ e}$$
$$4\ KO_2(s) + 4\ CO_2(g) + 2\ H_2O(g) = 3\ O_2(g) + 4\ KHCO_3(s)$$

Em qual dos casos (ambiente seco ou úmido) um dispositivo contendo dióxido de potássio seria mais eficiente para o propósito a que se destina? Justifique.

b) O esquema abaixo é de um experimento que simula a situação de confinamento. À esquerda encontra-se a fase inicial e à direita, a final. No experimento, o êmbolo contendo CO_2 é pressionado, fazendo esse gás reagir com o KO_2. Levando em conta a estequiometria da reação, complete a situação final, desenhando e posicionando corretamente o êmbolo que falta. Justifique sua resposta, considerando que a reação é completa e só ocorre enquanto o êmbolo é empurrado, que a temperatura é constante e que não há atrito no movimento dos êmbolos.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).



RASCUNHO

14. A obesidade está se tornando um problema endêmico no mundo todo. Calcula-se que em 2050 um terço de todos os homens e a metade das mulheres serão obesos. Considere a promoção de uma lanchonete, composta de um lanche, uma porção de fritas, uma torta de maçã e 500 mL de refrigerante. A tabela abaixo resume as quantidades (em gramas) de alguns grupos de substâncias ingeridas, conforme aparecem nas embalagens dos produtos.

grupo\produto	lanche	Porção de batata	Torta de maçã
carboidratos	36	35	33
proteínas	31	4,1	2,2
gorduras totais	32	15	11
cálcio	0,28	0,11	0,33
sódio	1,22	0,31	0,18

a) Considerando-se um valor diário de referência em termos de energia (VDE) de 8.400 kJ, que percentual desse VDE foi atingido apenas com essa refeição? Considere a energia por grama de lipídeos igual a 38 kJ e a de açúcares e proteínas igual a 17 kJ. Considere também que cada 100 mL de refrigerante contém 11 gramas de açúcar.

b) Considerando-se que o consumo diário máximo de sal comum (recomendado pela OMS) é de 5,0 gramas por dia, esse limite teria sido atingido apenas com essa refeição? Responda sim ou não e justifique.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

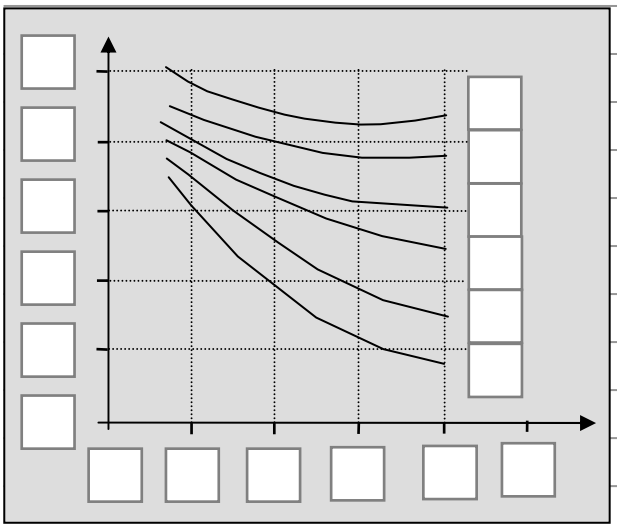
RASCUNHO

15. A questão do aquecimento global está intimamente ligada à atividade humana e também ao funcionamento da natureza. A emissão de metano na produção de carnes e a emissão de dióxido de carbono em processos de combustão de carvão e derivados do petróleo são as mais importantes fontes de gases de origem antrópica. O aquecimento global tem vários efeitos, sendo um deles o aquecimento da água dos oceanos, o que, consequentemente, altera a solubilidade do CO_2 nela dissolvido. Este processo torna-se cíclico e, por isso mesmo, preocupante. A figura abaixo, preenchida de forma adequada, dá informações quantitativas da dependência da solubilidade do CO_2 na água do mar, em relação à pressão e à temperatura.

a) De acordo com o conhecimento químico, escolha adequadamente e escreva em cada quadrado da figura o valor correto, de modo que a figura fique completa e correta: solubilidade em gramas de CO_2 /100 g água: **2, 3, 4, 5, 6, 7;** temperatura /°C: **20, 40, 60, 80, 100 e 120;** pressão/atm: **50, 100, 150, 200, 300, 400**. Justifique sua resposta.

b) Determine a solubilidade molar do CO_2 na água (em gramas/100 g de água) a 40 °C e 100 atm. Mostre na figura como ela foi determinada.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).



RASCUNHO

16. Em algumas construções antigas encontram-se paredes feitas de peças de mármore ($CaCO_3$) juntadas umas às outras por uma "cola especial". Essa "cola especial" também pode se formar na produção de queijos no processo convencional. Se nas construções antigas a produção dessa "cola especial" foi proposital, na produção de queijos ela é indesejável e deve ser evitada, pois leva à formação de macrocristais na massa do queijo. Essa "cola especial" é o lactato de cálcio, que, no caso das construções, foi obtido a partir da reação da superfície do mármore com o ácido lático do soro do leite, enquanto que no caso do queijo ele se origina no processo de maturação do queijo a baixa temperatura.

a) Sabendo que a fórmula do ácido lático é $CH_3CHOHCOOH$, e considerando as informações dadas, escreva a equação química da reação de formação da "cola especial" nas construções antigas.

b) Na fabricação de queijo Cheddar, pesquisas recentes sugerem que a adição de 1% em massa de gluconato de sódio é a quantidade ideal para se evitar a formação de macrocristais de lactato de cálcio. Considerando essa informação e os dados abaixo, explique por que não seria apropriado usar uma quantidade nem maior nem menor que 1% nesse processo.

Dados de solubilidade dos possíveis sólidos que podem se formar: lactato gluconato de cálcio = 52; lactato de cálcio = 9; gluconato de cálcio = 3. Valores em gramas de íon cálcio por litro de solução.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

As questões numeradas de 17 a 24 abordam fenômenos físicos em situações do cotidiano, em experimentos científicos e avanços tecnológicos da humanidade. As fórmulas necessárias para a resolução de algumas questões, com o as que tratam de Física Moderna, são fornecidas no enunciado. Leia com atenção.
Quando necessário, use $g = 10\ m/s^2$ e $\pi = 3$.

17. A importância e a obrigatoriedade do uso do cinto de segurança nos bancos dianteiros e traseiros dos veículos têm sido bastante divulgadas pelos meios de comunicação. Há grande negligência especialmente quanto ao uso dos cintos traseiros. No entanto, existem registros de acidentes em que os sobreviventes foram apenas os passageiros da frente, que estavam utilizando o cinto de segurança.

a) Considere um carro com velocidade $v = 72\ \text{km/h}$ que, ao colidir com um obstáculo, é freado com desaceleração constante até parar completamente após $\Delta t = 0{,}1\ \text{s}$. Calcule o módulo da força que o cinto de segurança exerce sobre um passageiro com massa $m = 70\ \text{kg}$ durante a colisão para mantê-lo preso no banco até a parada completa do veículo.

b) Um passageiro sem o cinto de segurança pode sofrer um impacto equivalente ao causado por uma queda de um edifício de vários andares. Considere que, para uma colisão como a descrita acima, a energia mecânica associada ao impacto vale $E = 12\ \text{kJ}$. Calcule a altura de queda de uma pessoa de massa $m = 60\ \text{kg}$, inicialmente em repouso, que tem essa mesma quantidade de energia em forma de energia cinética no momento da colisão com o solo.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

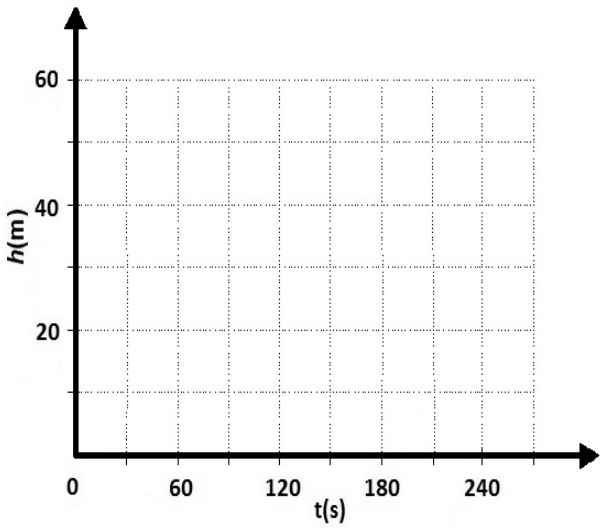
18. Várias leis da Física são facilmente verificadas em brinquedos encontrados em parques de diversões. Suponha que em certo parque de diversões uma criança está brincando em uma roda gigante e outra em um carrossel.

a) A roda gigante de raio $R = 20\ \text{m}$ gira com velocidade angular constante e executa uma volta completa em $T = 240\ \text{s}$. No gráfico **a)** abaixo, marque claramente com um ponto a altura h da criança em relação à base da roda gigante nos instantes $t = 60\ \text{s}$, $t = 120\ \text{s}$, $t = 180\ \text{s}$ e $t = 240\ \text{s}$, e, em seguida, esboce o comportamento de h em função tempo. Considere que, para $t = 0$, a criança se encontra na base da roda gigante, onde $h = 0$.

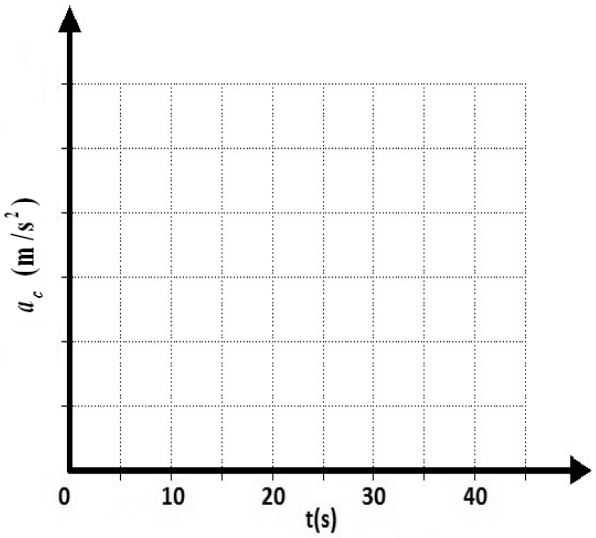
b) No carrossel, a criança se mantém a uma distância $r = 4\ \text{m}$ do centro do carrossel e gira com velocidade angular constante ω_0. Baseado em sua experiência cotidiana, estime o valor de ω_0 para o carrossel e, a partir dele, calcule o módulo da aceleração centrípeta a_c da criança nos instantes $t = 10\ \text{s}$, $t = 20\ \text{s}$, $t = 30\ \text{s}$ e $t = 40\ \text{s}$. Em seguida, esboce o comportamento de a_c em função do tempo no gráfico **b)** abaixo, marcando claramente com um ponto os valores de a_c para cada um dos instantes acima. Considere que, para $t = 0$, o carrossel já se encontra em movimento.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

a)

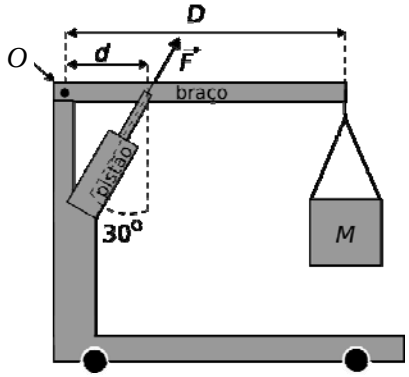


b)

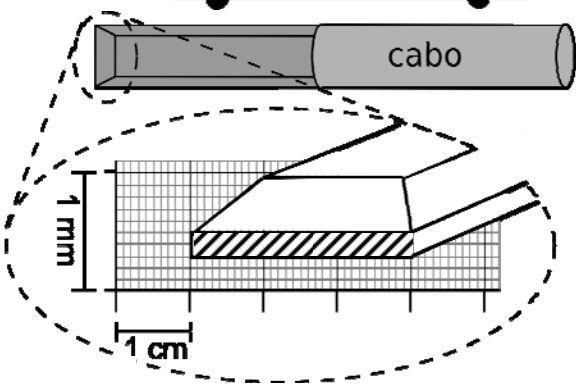


RASCUNHO

19. O homem tem criado diversas ferramentas especializadas, sendo que para a execução de quase todas as suas tarefas há uma ferramenta própria.



a) Uma das tarefas enfrentadas usualmente é a de levantar massas cujo peso excede as nossas forças. Uma ferramenta usada em alguns desses casos é o guincho girafa, representado na figura ao lado. Um braço móvel é movido por um pistão e gira em torno do ponto O para levantar uma massa M. Na situação da figura, o braço encontra-se na posição horizontal, sendo $D = 2{,}4$ m e $d = 0{,}6$ m. Calcule o módulo da força $\vec{F}$ exercida pelo pistão para equilibrar uma massa $M = 430$ kg. Despreze o peso do braço. Dados: $\cos 30^\circ = 0{,}86$ e $\text{sen}\, 30^\circ = 0{,}50$.



b) Ferramentas de corte são largamente usadas nas mais diferentes situações como, por exemplo, no preparo dos alimentos, em intervenções cirúrgicas, em trabalhos com metais e em madeira. Uma dessas ferramentas é o formão, ilustrado na figura ao lado, que é usado para entalhar madeira. A área da extremidade cortante do formão que tem contato com a madeira é detalhada com linhas diagonais na figura, sobre uma escala graduada.
Sabendo que o módulo da força exercida por um martelo ao golpear a base do cabo do formão é $F = 4{,}5$ N, calcule a pressão exercida na madeira.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

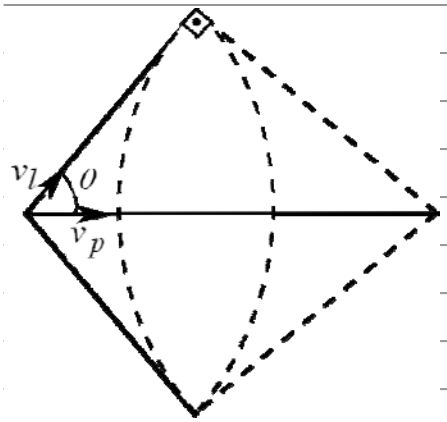
20. A radiação Cerenkov ocorre quando uma partícula carregada atravessa um meio isolante com uma velocidade maior do que a velocidade da luz nesse meio. O estudo desse efeito rendeu a Pavel A. Cerenkov e colaboradores o prêmio Nobel de Física de 1958. Um exemplo desse fenômeno pode ser observado na água usada para refrigerar reatores nucleares, em que ocorre a emissão de luz azul devido às partículas de alta energia que atravessam a água.

a) Sabendo-se que o índice de refração da água é $n = 1{,}3$, calcule a velocidade máxima das partículas na água para que não ocorra a radiação Cerenkov. A velocidade da luz no vácuo é $c = 3{,}0 \times 10^8$ m/s.

b) A radiação Cerenkov emitida por uma partícula tem a forma de um cone, como ilustrado na figura abaixo, pois a sua velocidade, v_p, é maior do que a velocidade da luz no meio, v_l. Sabendo que o cone formado tem um ângulo $\theta = 50^\circ$ e que a radiação emitida percorreu uma distância $d = 1{,}6$ m em $t = 12$ ns, calcule v_p. Dados: $\cos 50^\circ = 0{,}64$ e $\text{sen}\, 50^\circ = 0{,}76$.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

b)



RASCUNHO

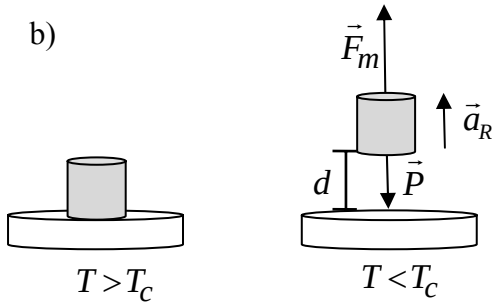
21. Em 2011 comemoram-se os 100 anos da descoberta da supercondutividade. Fios supercondutores, que têm resistência elétrica nula, são empregados na construção de bobinas para obtenção de campos magnéticos intensos. Esses campos dependem das características da bobina e da corrente que circula por ela.

a) O módulo do campo magnético B no interior de uma bobina pode ser calculado pela expressão $B = \mu_0 n i$, na qual i é a corrente que circula na bobina, n é o número de espiras por unidade de comprimento e $\mu_0 = 1{,}3 \times 10^{-6}\ \frac{\text{Tm}}{\text{A}}$. Calcule B no interior de uma bobina de 25000 espiras, com comprimento $L = 0{,}65\ \text{m}$, pela qual circula uma corrente $i = 80\ \text{A}$.

b) Os supercondutores também apresentam potencial de aplicação em levitação magnética. Considere um ímã de massa $m = 200\ \text{g}$ em repouso sobre um material que se torna supercondutor para temperaturas menores que uma dada temperatura crítica T_C. Quando o material é resfriado até uma temperatura $T < T_C$, surge sobre o ímã uma força magnética $\vec{F}_m$. Suponha que $\vec{F}_m$ tem a mesma direção e sentido oposto ao da força peso $\vec{P}$ do ímã, e que, inicialmente, o ímã sobe com aceleração constante de módulo $a_R = 0{,}5\ \text{m/s}^2$, por uma distância $d = 2{,}0\ \text{mm}$, como ilustrado na figura abaixo. Calcule o trabalho realizado por $\vec{F}_m$ ao longo do deslocamento d do ímã.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

b)



RASCUNHO

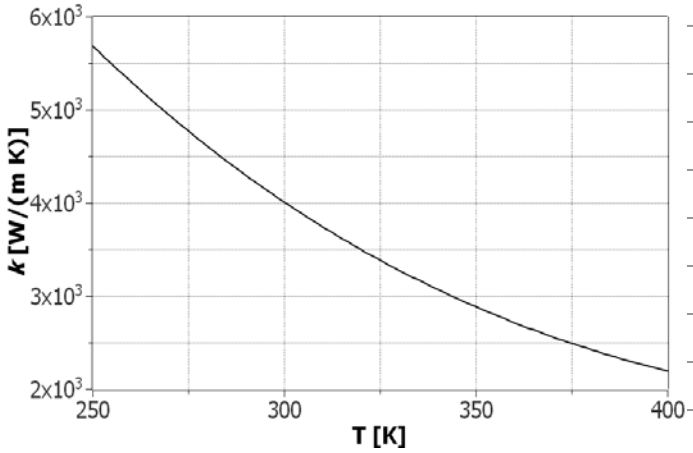
22. O grafeno é um material formado por uma única camada de átomos de carbono agrupados na forma de hexágonos, como uma colmeia. Ele é um excelente condutor de eletricidade e de calor e é tão resistente quanto o diamante. Os pesquisadores Geim e Novoselov receberam o prêmio Nobel de Física em 2010 por seus estudos com o grafeno.

a) A quantidade de calor por unidade de tempo Φ que flui através de um material de área A e espessura d que separa dois reservatórios com temperaturas distintas T_1 e T_2, é dada por $\Phi = \frac{kA(T_2 - T_1)}{d}$, onde k é a condutividade térmica do material. Considere que, em um experimento, uma folha de grafeno de $A = 2{,}8\ \mu\text{m}^2$ e $d = 1{,}4 \times 10^{-10}$ m separa dois microrreservatórios térmicos mantidos a temperaturas ligeiramente distintas $T_1 = 300$ K e $T_2 = 302$ K. Usando o gráfico abaixo, que mostra a condutividade térmica k do grafeno em função da temperatura, obtenha o fluxo de calor Φ que passa pela folha nessas condições.

b) A resistividade elétrica do grafeno à temperatura ambiente, $\rho = 1{,}0 \times 10^{-8}\ \Omega\text{m}$, é menor que a dos melhores condutores metálicos, como a prata e o cobre. Suponha que dois eletrodos são ligados por uma folha de grafeno de comprimento $L = 1{,}4\ \mu\text{m}$ e área de secção transversal $A = 70\ \text{nm}^2$, e que uma corrente $i = 40\ \mu\text{A}$ percorra a folha. Qual é a diferença de potencial entre os eletrodos?

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

a)



RASCUNHO

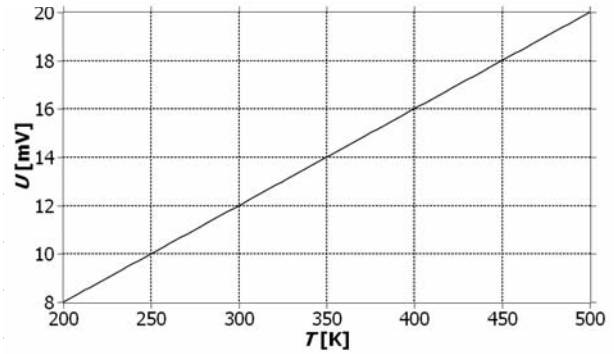
23. Quando dois metais são colocados em contato formando uma junção, surge entre eles uma diferença de potencial elétrico que depende da temperatura da junção.

a) Uma aplicação usual desse efeito é a medição de temperatura através da leitura da diferença de potencial da junção. A vantagem desse tipo de termômetro, conhecido como termopar, é o seu baixo custo e a ampla faixa de valores de temperatura que ele pode medir. O gráfico **a)** abaixo mostra a diferença de potencial U na junção em função da temperatura para um termopar conhecido como Cromel-Alumel. Considere um balão fechado que contém um gás ideal cuja temperatura é medida por um termopar Cromel-Alumel em contato térmico com o balão. Inicialmente o termopar indica que a temperatura do gás no balão é $T_i = 300\ \text{K}$. Se o balão tiver seu volume quadruplicado e a pressão do gás for reduzida por um fator 3, qual será a variação $\Delta U = U_{final} - U_{inicial}$ da diferença de potencial na junção do termopar?

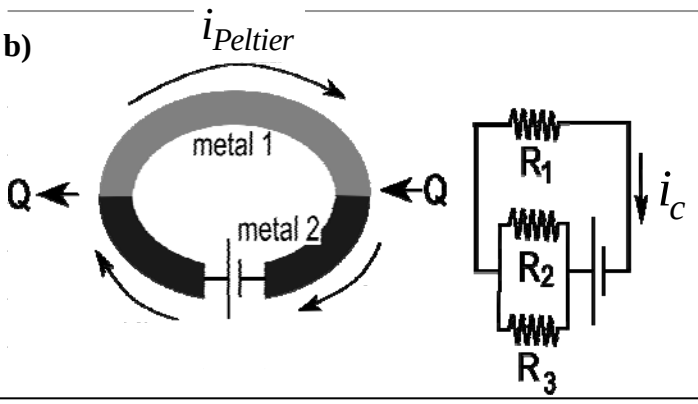
b) Outra aplicação importante do mesmo efeito é o refrigerador Peltier. Neste caso, dois metais são montados como mostra a figura **b)** abaixo. A corrente que flui pelo anel é responsável por transferir o calor de uma junção para a outra. Considere que um Peltier é usado para refrigerar o circuito abaixo, e que este consegue drenar $10\ \%$ da potência total dissipada pelo circuito. Dados $R_1 = 0,3\ \Omega$, $R_2 = 0,4\ \Omega$ e $R_3 = 1,2\ \Omega$, qual é a corrente i_c que circula no circuito, sabendo que o Peltier drena uma quantidade de calor $Q = 540\ \text{J}$ em $\Delta t = 40\ \text{s}$?

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

a)



b)



RASCUNHO

24. Em 1905 Albert Einstein propôs que a luz é formada por partículas denominadas fótons. Cada fóton de luz transporta uma quantidade de energia $E = h\nu$ e possui momento linear $p = \frac{h}{\lambda}$, em que $h = 6{,}6 \times 10^{-34}$ J.s é a constante de Planck e ν e λ são, respectivamente, a frequência e o comprimento de onda da luz.

a) A aurora boreal é um fenômeno natural que acontece no Polo Norte, no qual efeitos luminosos são produzidos por colisões entre partículas carregadas e os átomos dos gases da alta atmosfera terrestre. De modo geral, o efeito luminoso é dominado pelas colorações verde e vermelha, por causa das colisões das partículas carregadas com átomos de oxigênio e nitrogênio, respectivamente.

Calcule a razão $R = \frac{E_{verde}}{E_{vermelho}}$ em que E_{verde} é a energia transportada por um fóton de luz verde com $\lambda_{verde} = 500\ \text{nm}$, e $E_{vermelho}$ é a energia transportada por um fóton de luz vermelha com $\lambda_{vermelho} = 650\ \text{nm}$.

b) Os átomos dos gases da alta atmosfera estão constantemente absorvendo e emitindo fótons em várias frequências. Um átomo, ao absorver um fóton, sofre uma mudança em seu momento linear, que é igual, em módulo, direção e sentido, ao momento linear do fóton absorvido. Calcule o módulo da variação de velocidade de um átomo de massa $m = 5{,}0 \times 10^{-26}\ \text{kg}$ que absorve um fóton de comprimento de onda $\lambda = 660\ \text{nm}$.

Resolução (será considerado apenas o que estiver dentro deste espaço).

RASCUNHO

Não destacar esta folha

RASCUNHO