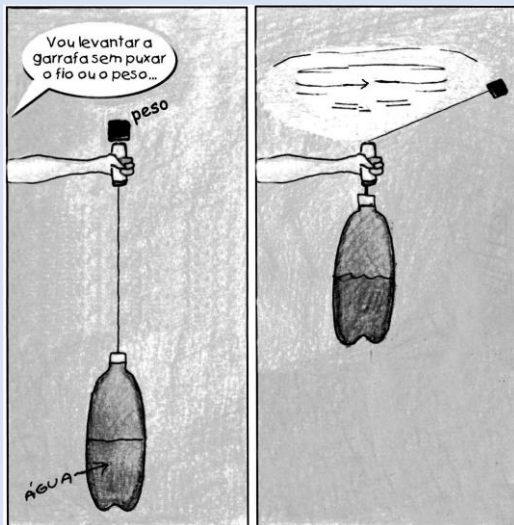


O ENEM AO  
LONGO DOS  
ANOS

CONTEÚDO: LEIS DE NEWTON

1) (2005) Observe o fenômeno indicado na tirinha abaixo.



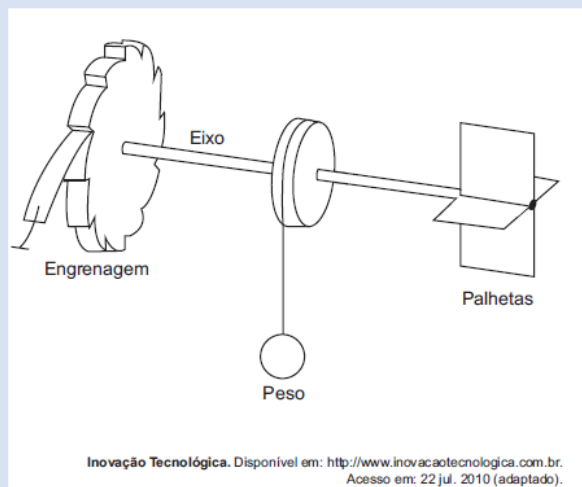
A força que atua sobre o peso e produz o deslocamento vertical da garrafa é a força

- (A) de inércia.
- (B) gravitacional.
- (C) de empuxo.
- (D) centrípeta.
- (E) elástica.

### COMENTÁRIOS E DICAS

*Questão de nível fácil. Importante o aluno estar atento ao conceito de que a força centrípeta não é uma força em si, mas a resultante das forças apontadas para o centro de um movimento circular. Dessa forma sempre podemos afirmar que  $F_{cp} = F_{dentro\ da\ curva} - F_{fora\ da\ curva}$*

2) (2011) Partículas suspensas em um fluido apresentam contínua movimentação aleatória, chamado movimento browniano, causado pelos choques das partículas que compõem o fluido. A ideia de um inventor era construir uma série de palhetas, montadas sobre um eixo, que seriam postas em movimento pela agitação das partículas ao seu redor. Como o movimento ocorreria igualmente em ambos os sentidos de rotação, o cientista concebeu um segundo elemento, um dente de engrenagem assimétrico. Assim, em escala muito pequena, este tipo de motor poderia executar trabalho, por exemplo, puxando um pequeno peso para cima. O esquema, que já foi testado, é mostrado a seguir.



A explicação para a necessidade do uso da engrenagem com trava é:

- (A) O travamento do motor, para que ele não se solte aleatoriamente.
- (B) A seleção da velocidade, controlada pela pressão nos dentes da engrenagem.
- (C) O controle do sentido da velocidade tangencial, permitindo, inclusive, uma fácil leitura do seu valor.
- (D) A determinação do movimento, devido ao caráter aleatório, cuja tendência é o equilíbrio.
- (E) A escolha do ângulo a ser girado, sendo possível, inclusive, medi-lo pelo número de dentes da engrenagem.

### COMENTÁRIOS E DICAS

*Questão de nível médio, exigindo interpretação da figura e do texto.*

*Atenção "SPOILER" da resolução a partir de agora:*

*Em virtude do movimento browniano ser aleatório, o movimento das palhetas também seria aleatório, tendendo a uma situação de equilíbrio (sem a presença do bloco dependurado). O uso da trava seleciona o único sentido para o movimento, permitindo o movimento ascendente do bloco.*

3) (2011) Para medir o tempo de reação de uma pessoa, pode-se realizar a seguinte experiência:

I. Mantenha uma régua (com cerca de 30 cm) suspensa verticalmente, segurando-a pela extremidade superior, de modo que o zero da régua esteja situado na extremidade inferior.

II. A pessoa deve colocar os dedos de sua mão, em forma de pinça, próximos do zero da régua, sem tocá-la.

III. Sem aviso prévio, a pessoa que estiver segurando a régua deve soltá-la. A outra pessoa deve procurar segurá-la o mais rapidamente possível e observar a posição onde conseguiu segurar a régua, isto é, a distância que ela percorre durante a queda.

O quadro seguinte mostra a posição em que três pessoas conseguiram segurar a régua e os respectivos tempos de reação.

Distância percorrida pela régua durante a queda (metro)	Tempo de reação (segundo)
0,30	0,24
0,15	0,17
0,10	0,14

Disponível em: <http://br.geocities.com>. Acesso em: 1 fev. 2009.

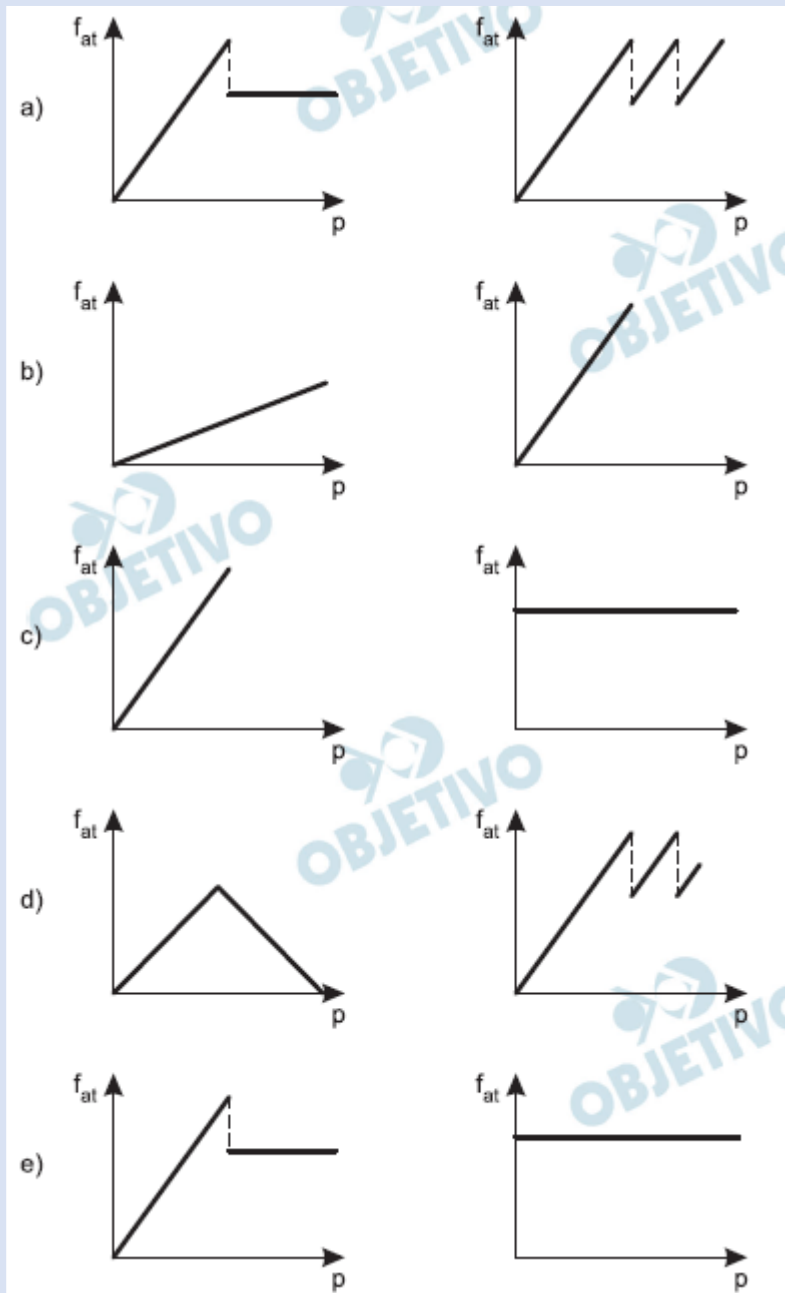
A distância percorrida pela régua aumenta mais rapidamente que o tempo de reação porque a

- (A) energia mecânica da régua aumenta, o que a faz cair mais rápido.
- (B) resistência do ar aumenta, o que faz a régua cair com menor velocidade.
- (C) aceleração de queda da régua varia, o que provoca um movimento acelerado.
- (D) força peso da régua tem valor constante, o que gera um movimento acelerado.
- (E) velocidade da régua é constante, o que provoca uma passagem linear de tempo.

### **COMENTÁRIOS E DICAS**

*Durante uma queda, livre de resistência do ar, a única força que atua sobre o corpo é a força peso. Esta força produz uma aceleração que chamamos de aceleração da gravidade. Pelo fato da força peso não variar, a aceleração produzida não variará também. Entretanto a velocidade durante a queda aumenta seu valor. Questão de nível médio e muito bem elaborada. Não era costume do ENEM cobrar esse conteúdo. E para a primeira vez, foi realmente uma questão curiosa e bem elaborada.*

4) (2012) Os freios ABS são uma importante medida de segurança no trânsito, os quais funcionam para impedir o travamento das rodas do carro quando o sistema de freios é acionado, liberando as rodas quando estão no limiar do deslizamento. Quando as rodas travam, a força de frenagem é governada pelo atrito cinético. As representações esquemáticas da força de atrito  $f_{at}$  entre os pneus e a pista, em função da pressão  $p$  aplicada no pedal de freio, para carros sem ABS e com ABS, respectivamente, são:

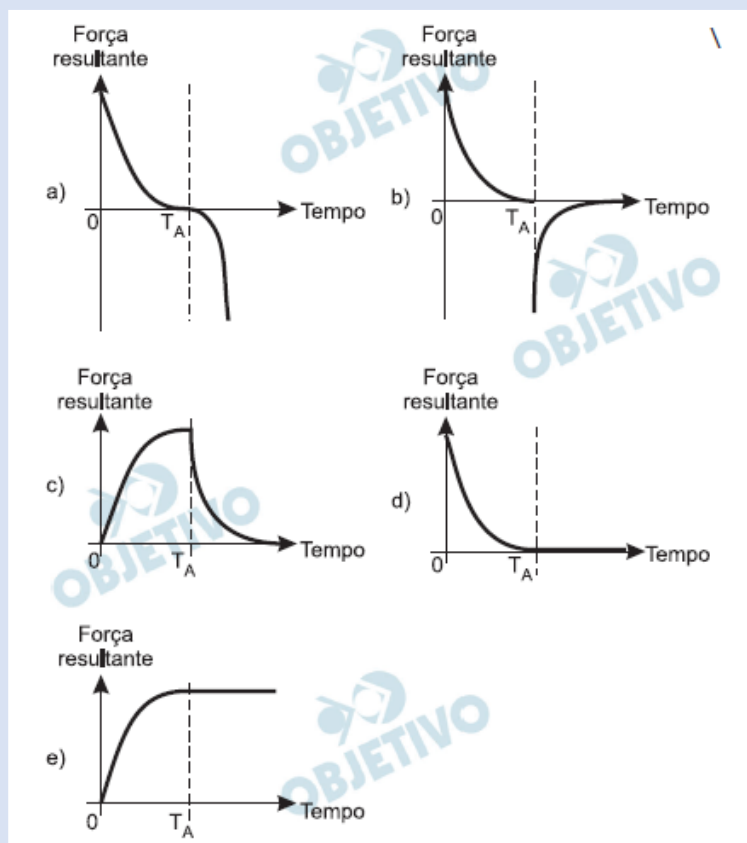


## COMENTÁRIOS E DICAS

*Parabéns ao elaborador da questão! Muito bem feita a questão e esse entendimento sobre o freio ABS é fundamental. Quando o atrito que estiver presente em um pneu for o estático (que ocorre quando o pneu estiver fazendo seu movimento sem escorregar) a chance do carro parar mais rápido será maior. Quando o carro escorregar (“marca de pneu no asfalto”) o atrito que entra em cena é o dinâmico e seu valor é menor que o estático. Dessa forma, nesse momento a chance do carro parar mais rápido será menor. O freio ABS tem esta função: evitar o travamento das rodas e permitir que os pneus não derrapem, garantindo a presença do atrito estático.*

5) (2013) Em um dia sem vento, ao saltar de um avião, um para - quedista cai verticalmente até atingir a velocidade limite. No instante em que o paraquedas é aberto (instante  $T_A$ ), ocorre a diminuição de sua velocidade de queda. Algum tempo após a abertura do paraquedas, ele passa a ter velocidade de queda constante, que possibilita sua aterrissagem em segurança.

Que gráfico representa a força resultante sobre o paraquedista, durante o seu movimento de queda?



## COMENTÁRIOS E DICAS

*Mais uma questão que devemos dar os parabéns ao elaborador! Muito bem elaborada. Devemos estar atentos às fases presentes na queda de um corpo em uma região com resistência do ar. A resistência do ar é proporcional à velocidade de queda. Dessa forma, no início da queda (partindo do repouso) a resistência do ar ( $Kv^n$ ) é nula. À medida que o corpo vai caindo, o  $Kv^n$  vai aumentando, mas sempre tendo neste primeiro momento um valor menor que o peso. Dessa forma, o movimento inicialmente será acelerado. Importante salientar que não é um MUV, visto que a força resultante não é constante. À medida que a velocidade na queda vai aumenta o  $Kv^n$  vai aumentando até o momento que se iguala ao peso. Este é o ponto em que ele atinge a chamada velocidade limite. A maioria das questões que conheço pararia aqui a discussão. Mas esta vai além. Propõe que o  $Kv^n$  seja maior que o peso e o corpo passe a ter um movimento desacelerado. O trabalho agora seria observar que gráfico melhor representa tal situação. Ótima questão e de nível difícil.*

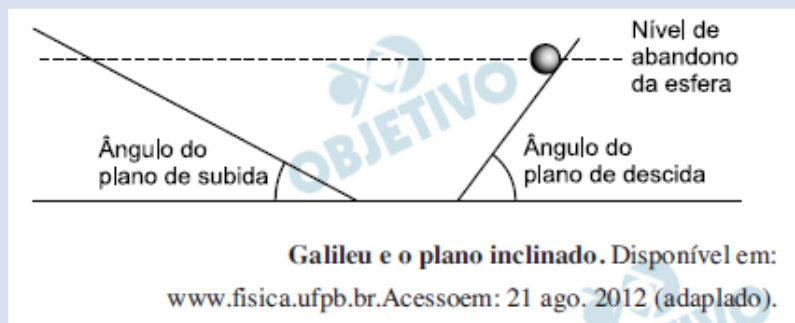
6) (2013) Uma pessoa necessita da força de atrito em seus pés para se deslocar sobre uma superfície. Logo, uma pessoa que sobe uma rampa em linha reta será auxiliada pela força de atrito exercida pelo chão em seus pés. Em relação ao movimento dessa pessoa, quais são a direção e o sentido da força de atrito mencionada no texto?

- (A) Perpendicular ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- (B) Paralelo ao plano e no sentido contrário ao movimento.
- (C) Paralelo ao plano e no mesmo sentido do movimento.
- (D) Horizontal e no mesmo sentido do movimento.
- (E) Vertical e sentido para cima.

## COMENTÁRIOS E DICAS

*Lembrar que a força de atrito é sempre contrário à tendência do escorregamento e não à tendência do movimento.*

7) (2014) Para entender os movimentos dos corpos, Galileu discutiu o movimento de uma esfera de metal em dois planos inclinados sem atritos e com a possibilidade de se alterarem os ângulos de inclinação, conforme mostra a figura. Na descrição do experimento, quando a esfera de metal é abandonada para descer um plano inclinado de um determinado nível, ela sempre atinge, no plano ascendente, no máximo, um nível igual àquele em que foi abandonada.



Se o ângulo de inclinação do plano de subida for reduzido a zero, a esfera

- (A) manterá sua velocidade constante, pois o impulso resultante sobre ela será nulo.
- (B) manterá sua velocidade constante, pois o impulso da descida continuará a empurrá-la.
- (C) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois não haverá mais impulso para empurrá-la.
- (D) diminuirá gradativamente a sua velocidade, pois o impulso resultante será contrário ao seu movimento.
- (E) aumentará gradativamente a sua velocidade, pois não haverá nenhum impulso contrário ao seu movimento.

### **COMENTÁRIOS E DICAS**

*Poucas questões envolvendo Leis de Newton até hoje no ENEM. Elas começaram a aparecer mais a partir de 2009, no novo ENEM. Mas a sua maioria foi muito bem elaborada. Os planos inclinados de Galileu tem uma forte importância histórica na física. Com a função de desacelerar a queda dos corpos seriam as primeiras discussões acerca da inércia.*



8) (2014) Um professor utiliza essa história em quadrinhos para discutir com os estudantes o movimento de satélites. Nesse sentido, pede a eles que analisem o movimento do coelhinho, considerando o módulo da velocidade constante.

Desprezando a existência de forças dissipativas, o vetor aceleração tangencial do coelhinho, no terceiro quadrinho, é

- (A) nulo.
- (B) paralelo à sua velocidade linear e no mesmo sentido.
- (C) paralelo à sua velocidade linear e no sentido oposto.
- (D) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para o centro da Terra.
- (E) perpendicular à sua velocidade linear e dirigido para fora da superfície da Terra.

### COMENTÁRIOS E DICAS

*Esta questão de nível médio poderia também estar presente na parte da Cinemática. Mas preferimos coloca-la aqui pois podemos lembrar que a aceleração (motivada pela presença de uma força) tem duas funções: modificar o módulo da velocidade (aceleração tangencial) e modificar a direção da velocidade (aceleração centrípeta). Um MCU possui aceleração sim, visto que a direção da sua velocidade varia, embora o módulo da velocidade seja constante.*

### GABARITO

1	2	3	4	5	6	7	8
d	d	d	a	b	c	a	a

### PREVISÃO PARA 2016

**Apesar de inicialmente ter sido um conteúdo que não aparecia no ENEM, nos últimos anos as ideias de Newton se tornaram questões presentes. Dessa forma, é interessante se preparar para este ano, revendo as ideias da inércia, ação e reação e lembrar a segunda lei de Newton, através do enunciado: quanto maior o tempo de contato entre dois corpos em uma colisão, menor será a força trocada entre**