

MEDIDAS DE MASSA E DE VOLUME

5
aula

META

Familiarizar o aluno com as técnicas de medidas de massa e volume através do uso das vidrarias específicas.

OBJETIVOS

Ao final da aula, o aluno deverá:

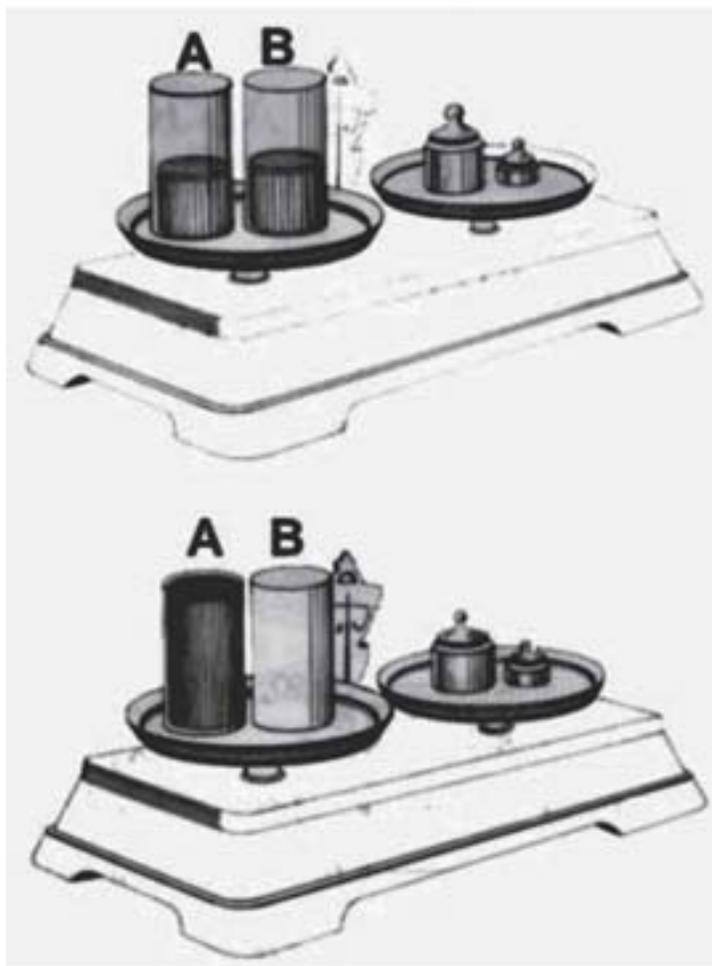
realizar os procedimentos para transferência segura e precisa de líquidos, utilizando os materiais adequados para este procedimento;

realizar os procedimentos para transferência de sólidos, utilizando os materiais adequados para este procedimento;

e realizar procedimentos de pesagem de sólidos, utilizando corretamente a balança.

PRÉ-REQUISITOS

Ter assimilado o conteúdo das aulas 01 a 04.



C aro aluno ou aluna, depois de termos aprendido acerca da importância das atividades laboratoriais, entendido os riscos de manuseio de materiais químicos, conhecido os utensílios de uso em laboratório, bem como estudado os códigos de identificação dos produtos químicos, vamos agora estudar um tema de grande importância para o trabalho dos químicos: as medidas de massa e de volume. Tudo isso tem

INTRODUÇÃO

como finalidade fazer com que o estudante de Química possa fazer experiências com o devido controle de segurança, utilizando material adequado para que se assegurem a integridade física dos profissionais e o equilíbrio do meio ambiente.



Laboratório (www.cintegrado.com)

Antes de retirar líquidos de um frasco, devem-se tomar alguns cuidados, quais sejam:

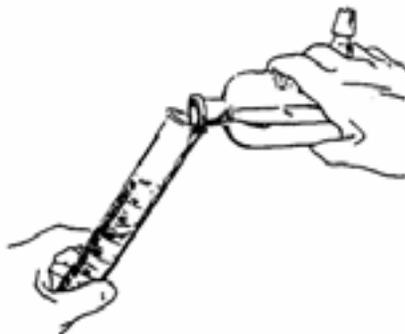
- a) Ler o rótulo do frasco pelo menos duas vezes para se assegurar de que se tem em mãos, realmente, o líquido desejado;
- b) Se o líquido que estiver manuseando for **corrosivo**, certifique-se de que o frasco não esteja externamente umedecido. Caso esteja, limpe-o com papel-toalha úmido e seque-o;
- c) Para verter um líquido de um frasco, faça-o sempre no lado oposto ao rótulo; isto evita que o líquido escorra externamente sobre o rótulo, danificando-o e podendo, futuramente, impedir a identificação do líquido;
- d) Ao retirar uma tampa plástica rosqueável de um frasco, nunca a coloque sobre a bancada com o lado aberto tocando a bancada. Deste modo, evita-se que o líquido, eventualmente, escorra da tampa para a bancada e, também, que a tampa se contamine por contato com a bancada;
- e) Sob nenhuma hipótese, coloque objetos sujos no interior de um frasco, pois isto contaminaria a substância; só retorne uma substância ao seu frasco original se tiver certeza absoluta que ela não foi contaminada durante o seu manuseio;
- f) Se a substância que se está manuseando é volátil, isto é, se ela evapora facilmente à temperatura ambiente (como é o caso de algumas substâncias nesta experiência), nunca cheire uma substância diretamente na boca do frasco, pois ela pode ser muito tóxica. Para evitar intoxicações graves, cheire as substâncias através do deslocamento de seus vapores, conforme ilustrado a seguir.

TRANSFERÊNCIA DE LÍQUIDOS



TRANSFERINDO LÍQUIDOS DE UM RECIPIENTE PARA OUTRO

Sempre transfira do recipiente com abertura menor para um de abertura maior.



Sempre que possível use uma baqueta de vidro para direcionar o fluxo.



Para transferir o líquido para o béquer 2, podemos trabalhar conforme a figura acima, desta maneira a mão esquerda fica livre para segurar uma pisseta e lavar o resíduo que permaneceria no béquer 1.

DENSIDADE

A densidade, massa específica ou peso específico, é uma propriedade particular, isto é, cada substância tem uma densidade própria que a identifica e a diferencia das outras substâncias.

A densidade (densidade absoluta) de qualquer tipo de matéria é obtida através da relação:

$$d = m / v, \text{ onde:}$$

d = densidade absoluta

m = massa em grama

v = volume ocupado pela massa “m” em cm^3 .

A densidade relativa de uma substância é obtida dividindo-se a sua densidade absoluta pela densidade absoluta de uma substância padrão.

No caso de sólidos e líquidos, a substância padrão é a água, cuja densidade de 4°C é $1,00 \text{ g/cm}^3$. Como uma mudança de temperatura provoca uma variação de volume, conclui-se que a densidade depende da temperatura.

De um modo geral, para medidas aproximadas de volumes de líquidos, usam-se cilindros graduados ou provetas; para medidas precisas, usam-se pipetas, buretas e balões volumétricos, que constituem o chamado material volumétrico. Aparelhos volumétricos são calibrados pelo fabricante a uma temperatura padrão de calibração de 20°C .

Em trabalhos de laboratório, as medidas de volume aproximadas são efetuadas, na quase totalidade dos casos, com provetas graduadas. As de modo muito grosseiro, com béqueres com escala; e as medidas volumétricas, chamadas precisas, com aparelhos volumétricos (Figuras 4a e 4b).

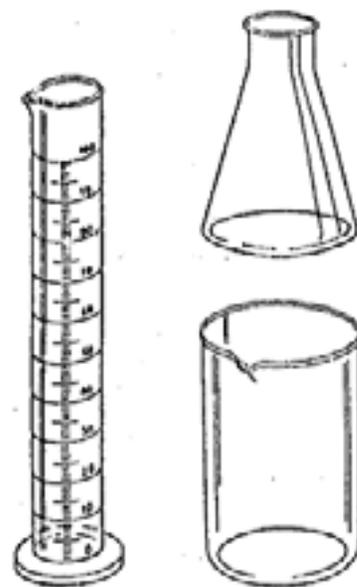


Figura 4a. Aparelho de medida aproximada de volume

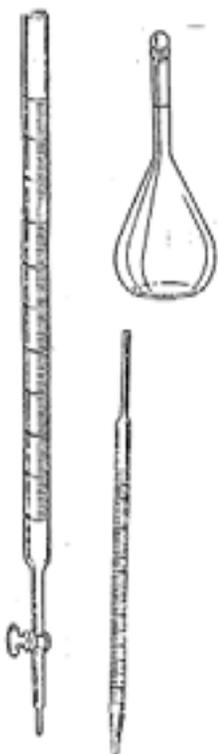


Figura 4b. Aparelhos de medida precisa de volume.

Aparelhos volumétricos: A prática de análise volumétrica requer a medida de volumes líquidos com elevada precisão. Para efetuar tais medidas, são empregados vários tipos de aparelhos, que podem ser classificados em duas categorias:

- Aparelhos calibrados para dar escoamento a determinados volumes;
- Aparelhos calibrados para conter um volume líquido.

Na classe a estão contidas as pipetas e as buretas e, na classe b, estão incluídos os balões volumétricos (Figura 4b).

A medida de volumes líquidos com qualquer dos referidos aparelhos está sujeita a uma série de erros devido às seguintes causas:

- Ação da tensão superficial sobre as superfícies líquidas;
- Dilatações e contrações provocadas pelas variações de temperatura;
- Imperfeita calibração dos aparelhos volumétricos;
- Erros de paralaxe.

A leitura de volume de líquidos claros deve ser feita pela parte inferior e a de líquidos escuros, pela parte superior, como mostra a Figura 4c, para que sejam evitados os erros de paralaxe.

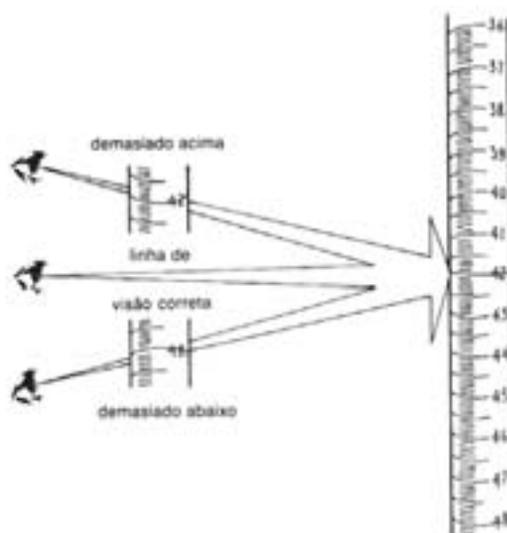


Figura 4c. Leitura correta do menisco.

APARELHOS VOLUMÉTRICOS

1. Balões volumétricos: Os balões volumétricos são balões de fundo chato e gargalo comprido, calibrados para conter determinados volumes líquidos (Figura 4d).

Os balões volumétricos são providos de rolhas esmerilhadas de vidro ou de polietileno. O traço de referência marcando o volume pelo qual o balão volumétrico foi calibrado é gravado sobre a meia-altura do gargalo (bulbo). A distância entre o traço de referência e a boca do gargalo deve ser relativamente grande para permitir a fácil agitação do líquido (a solução deve ser bem homogeneizada), depois de ser completado o volume até a marca. O traço de referência é gravado sob a forma de uma linha circular, tal que, por ocasião da observação, o plano tangente à superfície inferior do menisco tem que coincidir com o plano do círculo de referência. Os balões volumétricos são construídos para conter volumes diversos; os mais usados são os de 50, 100, 200, 500, 1000, 2000 mL.

Os balões volumétricos são especialmente usados na preparação de soluções de concentração conhecida.

Para se preparar uma solução em um balão volumétrico, transfere-se, para ele, o soluto ou a solução a ser diluída. Adiciona-se, a seguir, solvente até cerca de $3/4$ da capacidade total do balão. Misturam-se os componentes e deixa-se em repouso até atingir a temperatura ambiente, tendo-se o cuidado de não segurar o balão pelo bulbo. Adiciona-se solvente até “acertar o menisco”, isto é, até o nível do líquido coincidir com a marca no gargalo. As últimas porções do solvente devem ser adicionadas com um conta-gotas, lentamente, e não devem ficar gotas presas no gargalo. O ajustamento do menisco ao traço de referência deverá ser feito com a maior precisão possível. Fecha-se bem o balão e vira-se de cabeça para baixo, várias vezes, agitando-o, para homogeneizar o seu conteúdo.

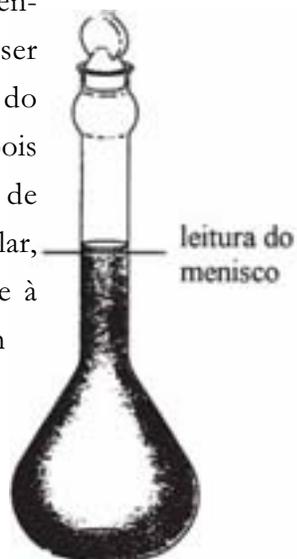


Figura 4d. Balão

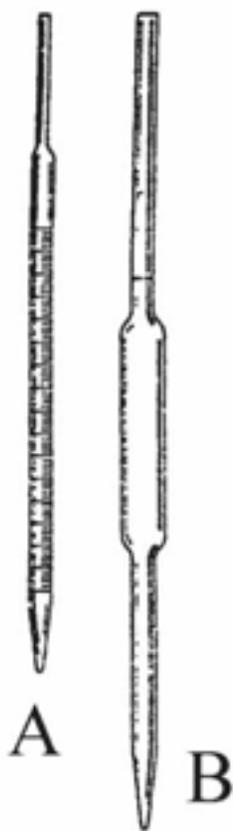
EXISTEM DUAS ESPÉCIES DE PIPETAS:

Figura 4e. pipetas

a) Pipetas graduadas (A) ou cilíndricas que servem para escoar volumes variáveis de líquidos;

b) Pipetas volumétricas (B) ou de transferência, construídas para dar escoamento a um determinado volume .

- As pipetas volumétricas são constituídas por um tubo de vidro com um bulbo na parte central. O traço de referência é gravado na parte do tubo acima do bulbo. A extremidade inferior é afilada e o orifício deve ser ajustado de modo que o escoamento não se processe rápido demais, o que faria com que pequenas diferenças de tempo de escoamento ocasionassem erros apreciáveis. As pipetas volumétricas são construídas com as capacidades de 1, 2, 5, 10, 20, 50, 100 e 200 mL, sendo de uso mais freqüente as de 25 e 50 mL.

- As pipetas graduadas consistem de um tubo de vidro estreito, geralmente graduado em 0,1mL. São usadas para medir pequenos volumes líquidos. Encontram pouca aplicação sempre que se quer medir volumes líquidos com elevada precisão. Têm a vantagem de poder medir volumes variáveis.

- Para se encher uma pipeta, coloca-se a sua ponta no líquido e faz-se a sucção com a pêra de sucção (evitar usar a boca para pipetagem em laboratórios). Deve-se ter o cuidado em manter a ponta da pipeta sempre abaixo do nível da solução do líquido. Caso contrário, ao se fazer a sucção o líquido alcança a pêra de sucção ou a boca. A sucção deve ser feita até o líquido ultrapassar o traço de referência. Feito isto, tapa-se a pipeta com o dedo indicador (ligeiramente úmido), caso não se esteja usando a pêra de sucção, e deixa-se escoar o líquido lentamente até o traço de referência (zero). O ajustamento deve ser feito de maneira a evitar erros de paralaxe.

- Os líquidos que desprendem vapores tóxicos e os líquidos corrosivos devem sempre ser introduzidos na pipeta através de pêras de sucção.

Para escoar os líquidos, deve-se colocar a pipeta na posição vertical, com a ponta encostada na parede do recipiente que vai receber o líquido; caso esteja usando a boca na pipetagem (técnica desaconselhável), levanta-se o dedo indicador até que o líquido escoe

totalmente. Esperam-se 15 ou 20 segundos e retira-se a gota aderida à ponta da pipeta, encostando-a à parede do recipiente (Figura 4f).

- i) Pipetas com escoamento total: contêm duas faixas na parte superior, indicando que as pipetas são calibradas para assoprando-se até a última gotaliberar sua capacidade total.
- ii) Pipetas com esgotamento parcial: contêm na parte superior uma faixa estreita que as diferencia das pipetas de escoamento total. Não precisa ser assoprada (vide figura 4f- letra d).

BURETAS

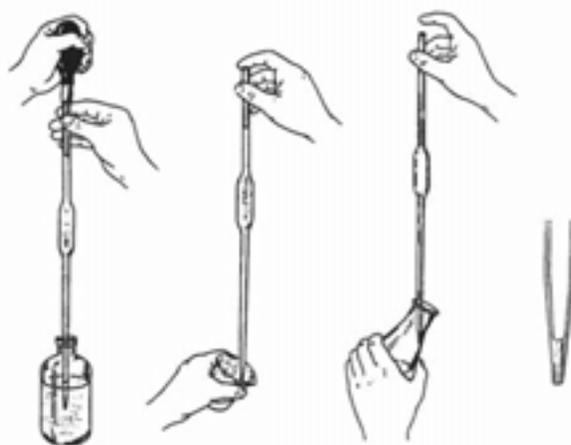
As buretas servem para dar escoamento a volumes variáveis de líquidos. São constituídas de tubos de vidro uniformemente calibrados, graduados em 1mL e 0,1 mL. São providas de dispositivos, torneiras de vidro ou polietileno entre o tubo graduado e sua ponta afilada, que permitem o fácil controle de escoamento.

- As buretas podem ser dispostas em suportes universais contendo mufas (Figura 4g);

- As buretas de uso mais constante são as de 50 mL, graduadas em décimos de mL; também são muito usadas as de 25 mL;

- Nos trabalhos de escala semimicro, são freqüentemente usadas as buretas de 5 e 10 mL, graduadas em 0,01 ou 0,02mL;

• Para o uso com soluções que possam sofrer o efeito da luz, são recomendadas buretas de vidro castanho;



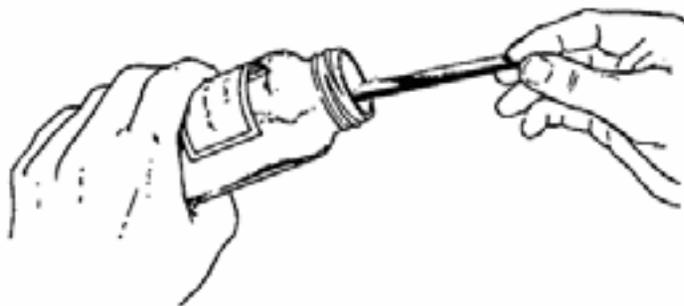
• As torneiras das buretas, quando forem de vidro, devem ser levemente lubrificadas para que possam ser manipuladas com mais facilidade. Serve para este fim uma mistura de partes iguais de vaselina e cera de abelhas; misturas especiais são encontradas no comércio.

TRANSFERÊNCIA DE SÓLIDOS

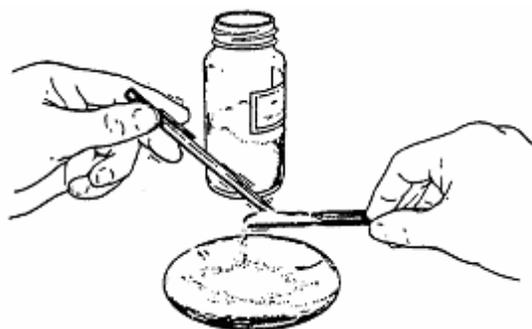
Antes de retirar o sólido de um frasco, devem-se tomar alguns cuidados, quais sejam:

- a) Ler o rótulo do frasco, pelo menos duas vezes para se assegurar de que se tem em mãos, realmente, o sólido desejado;
- b) Se o sólido que se estiver manuseando for corrosivo, certifique-se de que o frasco não esteja externamente umedecido; caso esteja, limpe-o com papel-toalha úmido e seque-o;
- c) Ao retirar uma tampa plástica rosqueável de um frasco, nunca a coloque sobre a bancada com o lado aberto tocando a bancada, para evitar que a tampa se contamine por contato com a bancada;
- d) Sob nenhuma hipótese coloque objetos sujos no interior de um frasco, pois isto contaminaria a substância nele contida. Somente retorne uma substância ao seu frasco original se tiver certeza absoluta que ela não foi contaminada durante o seu manuseio;

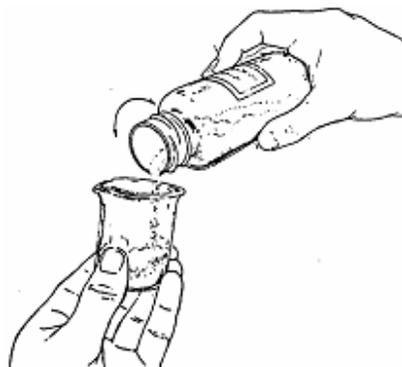
Sempre que algum sólido entrar em contato com as mãos, leve-as imediatamente com água e sabão.



Para transferir pequenas quantidades de um sólido utiliza-se uma espátula



Para quantidades maiores utiliza-se uma espátula de maior capacidade e outra para auxiliar na transferência do sólido para um vidro de relógio



Quantidades maiores podem ser transferidas diretamente para um béquer

PESAGEM DE SÓLIDOS

Quase toda análise química envolve uma operação de pesagem. A balança analítica é uma alavanca de primeira classe que compara massa, sendo de pouca utilidade se não apresentar boa sensibilidade e precisão.

Durante o manuseio da balança, devem-se observar algumas regras importantes:

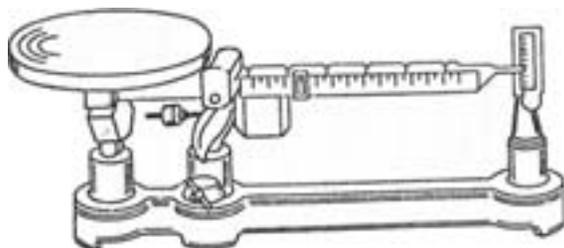
- Nunca tocar com as mãos os objetos a serem pesados. Estes devem ser manipulados com uma pinça ou com um pedaço de papel limpo;
- Todo objeto deve ser pesado à temperatura ambiente para se evitar erros devidos à formação de correntes de convecção;
- Nunca colocar reagentes diretamente sobre os pratos da balança, mas pesá-los em recipientes adequados. Sempre que alguma substância cair acidentalmente sobre o prato da balança, este deve ser imediatamente limpo com um pincel macio;
- Manter sempre as laterais da câmara de pesagem fechadas quando se faz a leitura do peso, pois qualquer corrente de ar externa pode causar erro na leitura;
- Nunca colocar ou retirar objetos do prato de uma balança sem que esta esteja travada;
- Nunca deixar pesos na balança após a pesagem. Voltar o marcador para a posição zero sempre que terminar esta operação.

Uma das mais comuns e importantes operações de laboratório é a determinação de massa ou “pesagem”. O termo pesagem se refere à medida de massa de um corpo que é feita por comparação com massas conhecidas, com a utilização de balanças.

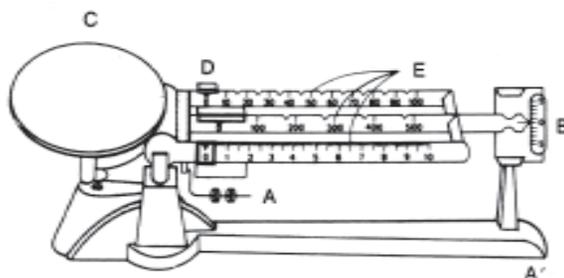
Há uma grande variedade de balanças de laboratório, desde as mais grosseiras até as de mais alta sensibilidade. É comum se encontrar, por exemplo, balanças de escala tripla, para determinação de massas até centenas de gramas, com precisão de $\pm 0,1$ g ou \pm

0,01 g, e balanças analíticas, para carga máxima de 160 g, com precisão de $\pm 0,0001$ g e até com 5 casas decimais.

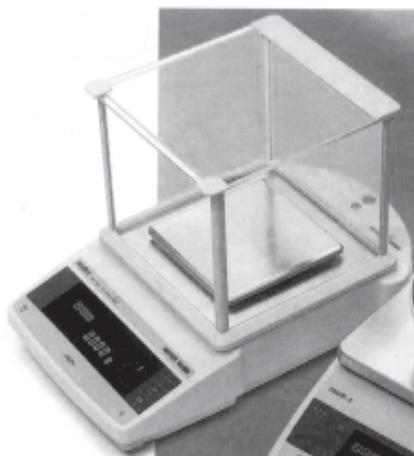
Balanças de plataforma: Utilizadas para pesagem de 0,1g a centenas de gramas.



Balança de escala tripla: Empregada para pesagem entre 100 e 0,01g.



Balanças Elétricas/Eletrônicas: A cada dia, as balanças estão se modernizando, tornando-se mais exatas e de manejo mais simplificado. Atualmente, as balanças eletrônicas têm escala digital, fornecendo o peso instantaneamente, sem necessidade de manipular botões.



CUIDADOS GERAIS COM BALANÇAS DE LABORATÓRIOS

O manejo de qualquer balança requer cuidados especiais por ser um instrumento de alto custo e de grande sensibilidade, Por isso:

- a) Não remova os pratos, nem os troque com os de outra balança. Mantenha a balança no seu lugar;
- b) Não coloque na balança nenhuma substância que não esteja à temperatura ambiente;
- c) Mantenha a balança em local onde a vibração, mudanças bruscas de temperatura ou de umidade e movimento do ar sejam mínimos;
- d) Conserve a balança sempre limpa, retirando qualquer respingo, partículas ou poeira de seus pratos com uma escova especial;
- e) Nunca coloque qualquer objeto diretamente sobre a balança. Líquidos e sólidos, em pó ou granulado, devem ser mantidos em algum recipiente seco, previamente pesado (tarado) e à temperatura ambiente. Se, durante a pesagem, o material for passível de interagir com a atmosfera (evaporação, oxidação, absorção de umidade), o frasco deve ser fechado. Para sólidos que não requeiram proteção da atmosfera e que sejam inertes, a pesagem é feita colocando-se sobre os pratos uma folha de papel adequado;
- f) Toda transferência de substância e/ou de pesos deve ser feita somente quando os pratos estiverem travados;
- g) Execute todas as operações com movimentos suaves e cuidadosos;
- h) Use pinças e espátulas; nunca use os dedos para manusear os objetos e substâncias que estão sendo pesadas;
- i) Ao terminar seu trabalho, remova todos os pesos e objetos da balança. Mantenha-a coberta ou fechada. No caso de balanças elétricas, tenha a certeza de que ela esteja desligada.

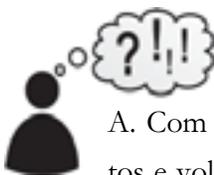
PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

A. Observe atentamente a apresentação dos equipamentos desenhados na folha anterior pelo professor, bem como a sua correta utilização;

B. Meça 5 mL de água destilada utilizando três (03) vidrarias diferentes existentes na sua bancada. Justifique o uso das vidrarias utilizadas;

C. Medidas de massa e volume:

- a) Meça 50 mL de água em uma proveta de 50 mL e transfira para um balão volumétrico de 50 mL. Confira os volumes;
- b) Adicione 40 mL de água a uma proveta de 50 mL, e outros 40 mL de água em uma proveta de 100 mL. Em ambos os casos, adicione mais 1 mL de água com uma pipeta;
- c) Verifique a leitura da situação final em cada caso;
- d) Encha uma bureta com água destilada. Depois de tê-la zerado, abra a torneira e deixe escoar uma porção qualquer do líquido. Feche e meça o volume escoado. Confira;
- e) Prepare novamente a bureta de 50 mL completando seu volume até zero. Despeje sobre o erlenmeyer graduado de 125 mL um volume de 50 mL de água. Verifique se os volumes coincidem;
- f) Peça ao professor instruções sobre o uso das balanças. Em seguida, pese os seguintes recipientes secos:
 - Proveta de 50 mL
 - Balão volumétrico de 50 mL
 - Béquer de 100 mL
- g) Coloque cuidadosamente 50 mL de água destilada em cada recipiente referido no item anterior e pese-os novamente. Anote os resultados;
- h) Pese, numa balança eletrônica, 1 béquer de 50 mL. Anote o resultado;
- i) Tare o béquer de 50 mL usado no item 1, na balança eletrônica, e pese nessa balança 2,0 g de cloreto de sódio;
- j) Pese o béquer contendo o cloreto de sódio, usado no item 2, na balança de plataforma. Anote o resultado;
- (k) Lave todo o material e organize sua bancada.



ATIVIDADES

A. Com o objetivo de comparar a precisão dos vários equipamentos e volumes, calcule para cada recipiente do item C, procedimento experimental, letras (e) e (f)

- A massa da água destilada,
- Volume realmente medido em cada caso, considerando a densidade da água 1g/mL.
- O erro de cada determinação de volume. Complete a tabela abaixo:

Tabela dos resultados de pesagem

Recipiente	VAZIO		CHEIO	
	Medida 1	Medida 2	Medida 1	Medida 2
Béquer				
Erlenmeyer				
Massa de água (béquer cheio – béquer vazio) = (±) g				
Massa de água (erlenmeyer cheio – erlenmeyer vazio) = (±) g				

B. Indique alguns materiais simples do seu dia-a-dia para medir volumes de amostra líquida.

C. Sabendo-se que os volumes de uma esfera e de um cilindro podem ser calculados utilizando fórmulas matemáticas. Como você procederia para calcular o volume de um sólido irregular? Justifique sua resposta.

Nesta aula, vimos quais os cuidados básicos que devem ser tomados para executar a transferência de líquidos em uma das etapas de um experimento, visando à execução segura e precisa desta operação. Vimos também qual o procedimento e quais os

CONCLUSÃO

materiais adequados para transferência de sólidos. Uma vez que a pesagem de sólidos para o preparo de soluções é um procedimento rotineiro em um laboratório, não poderíamos deixar de apresentar o procedimento correto de uso de uma balança para pesagem de sólidos.

RESUMO

O Laboratório Químico é um lugar especialmente desenhado para um trabalho eficiente e satisfatório em Química. Nos trabalhos de laboratório, as medidas de volume aproximadas são efetuadas rotineiramente em provetas graduadas e, de um modo mais grosseiro, em béqueres. As medidas de precisão são realizadas em aparelhos volumétricos, como balões e pipetas volumétricas ou bureta graduada. Vimos também como transferir adequadamente materiais sólidos de um recipiente para outro e o modo correto de utilizar uma balança para medir massas de reagentes. Hoje em dia, qualquer laboratório possui algum tipo de balança eletrônica, em adição a modelos de contrapeso e, por se tratar de um equipamento de pesagem, alguns cuidados devem ser tomados para sua conservação. Existem vários tipos de balança eletrônica com diferentes graus de precisão, dependendo do tipo de uso que se pretende. No procedimento experimental pudemos exercitar os procedimentos de transferência e pesagem de reagentes e vimos que podemos obter a massa de substância pela pesagem e cálculo da diferença de massa do recipiente vazio e do recipiente contendo massa de substância.

REFERÊNCIAS

- ARAGÃO, M. J. **História da física**. São Paulo: Ed. Interciência, 2006.
- BERAN, J. A., *Laboratory manual for principles of general chemistry*. 5 ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.
- BACCAN, N. et al., **Química analítica quantitativa elementar**. 3 ed. Campinas: Ed. Edgar Blucher Ltda, 2001.
- BETTELHEIM, Frederick A.; LANDESBURG, Joseph M. **Laboratory experiments for general, organic and biochemistry**. 5 ed. New York: Saunder College Pub, 2006.
- GIESBRECHT, E. et al. **Experiências de Química, técnicas e conceitos básicos: PEQ Projetos de Ensino de Química**. São Paulo: Ed. Moderna, Ed. da Universidade de São Paulo: 1979.
- HUNT, H. R., BLOCK, T. F. **Experiments for general chemistry**. 2 ed. New York: John Wiley e Sons, 1994.
- MALM, L. E. **Manual de laboratório para química - uma ciência experimental**. 4 ed. Lisboa: Ed. Fundação Calouste Gulbenkian, 2000.
- SILVA, R. R.; BOCCHI, N.; ROCHA-FILHO, R. C., **Introdução à química experimental**. São Paulo: Mcgraw-Hill, 1990.
- ZUBRICK, J. W. **The organic chemical laboratory survival manual – A student's guide to techniques**. 4 ed. New York: John Wiley e Sons, 1997.