



اصول:

محلول‌های بافر شامل بافر اسیدی و بافر بازی به شرح زیر می‌باشند:

✓ اجزای تشکیل دهنده محلول بافر اسیدی:

اسید ضعیف (HA) با غلظت M_a و حجم V_a و نمک مزدوج آن (A^- از نمک سدیم (NaA) با غلظت M_b و حجم V_b)

✓ اجزای تشکیل دهنده محلول بافر بازی:

باز ضعیف (B) با غلظت M_b و حجم V_b و نمک مزدوج آن (BH^+ از نمک هیدرونیوم) با غلظت M_a و حجم V_a)

در این جلسه محلول بافر اسیدی استات با سه نسبت غلظتی تهیه شده، از نظر خصوصیات محلول‌های بافر در مقایسه با محلول غیربافری بررسی می‌شود.

در پایان یک غلظت از محلول بافر اسیدی استاتی و یک غلظت از محلول بافر بازی آمونیاکی تهیه شده، سپس ظرفیت بافری برای هر یک در قالب تیتراسیون به ترتیب با باز قوی و اسید قوی سنجش می‌گردد.

قسمت‌های مختلف این جلسه به ترتیب زیر می‌باشد:

۱- تهیه بافر اسیدی در سه نسبت غلظتی اسید به نمک

۲- مطالعه تغییرات pH بر اثر افزودن اسید قوی و باز قوی قوی به محلول بافر اسیدی استاتی

۳- مطالعه تغییرات pH بر اثر افزودن اسید قوی و باز قوی به محلول‌های غیربافری اسید کلریدریک

۴- مطالعه تغییرات pH بر اثر رقیق شدن محلول بافر اسیدی استاتی

۵- محاسبه ظرفیت بافری محلول‌های بافری اسیدی استاتی و بازی آمونیاکی از طریق تیتراسیون

۵-الف- تیتراسیون محلول بافری اسیدی استات با باز قوی (سدیم هیدروکسید استاندارد)

۵-ب- تیتراسیون محلول بافری بازی آمونیاکی با اسید قوی (اسید کلریدریک استاندارد)

۱- تهیه بافر اسیدی استات در سه نسبت غلظتی اسید به نمک:

روش کار:

۱-۱- تعداد سه ارلن ۵۰ میلی لیتری از ۱ تا ۳ شماره گذاری شود.

۲-۱- در هر یک از ارلن‌ها حجم تعیین شده از محلول اسید استیک با غلظت 0.1 N و محلول نمک سدیم استات با غلظت 0.1 N به شرح جدول زیر

وارد نموده، محلول به خوبی هم زده شود.

به این ترتیب سه محلول بافر استات با سه نسبت غلظتی متفاوت از اسید به نمک تهیه می‌شود.

جدول شماره ۱: تهیه بافر اسیدی در سه نسبت غلظتی اسید به نمک

ارلن شماره ۱			ارلن شماره ۲			ارلن شماره ۳			مراحل کار
50 mL	25 mL	5 mL	50 mL	25 mL	5 mL	55 mL	50 mL	55 mL	۱. مقدار مشخص شده از محلول اسید استیک 0.1 N با استفاده از استوانه مدرج به ارلن شماره گذاری شده وارد شود.
50 mL	25 mL	5 mL	50 mL	25 mL	5 mL	55 mL	50 mL	55 mL	۲. مقدار مشخص شده از محلول سدیم استات 0.1 N با استفاده از استوانه مدرج به ارلن شماره گذاری شده وارد شود.
50 mL	25 mL	5 mL	50 mL	25 mL	5 mL	55 mL	50 mL	55 mL	حجم محلول تهیه شده
50 mL	25 mL	5 mL	50 mL	25 mL	5 mL	55 mL	50 mL	55 mL	نسبت اسید به نمک در هر یک از ارلن‌ها:

محتوای ارلن‌های ۱ تا ۳ به خوبی هم زده شود.



۲- مطالعه تغییرات pH بر اثر افزودن اسید قوی و باز قوی به محلول بافر اسیدی استاتی:

۱-۲- تعداد ۶ بشر با حجم ۵۰ میلی لیتر از ۱ تا ۶ شماره گذاری شود.
 ۲-۲- مقدار ۲۵ میلی لیتر از محلول بافری تهیه شده در ارلن‌های شماره‌های ۱ تا ۳ در قسمت ۱ به شرح جدول زیر به بشرهای شماره‌های ۱ تا ۶ وارد شود به صورتی که در دو بشر متوالی یک نسبت غلظتی از اسید به نمک به شرح زیر به دست می‌آید:

در بشرهای شماره‌های ۱ و ۲ ۲۵ میلی‌لیتر از ارلن شماره ۱ با نسبت ۱ به ۱۰ از اسید به نمک وارد شود.

در بشرهای شماره‌های ۳ و ۴ ۲۵ میلی‌لیتر از ارلن شماره ۲ با نسبت ۱ به ۱ از اسید به نمک وارد شود.

در بشرهای شماره‌های ۵ و ۶ ۲۵ میلی‌لیتر از ارلن شماره ۳ با نسبت ۱۰ به ۱ از اسید به نمک وارد شود.

۳-۲- مطابق مراحل درج شده در جدول اعداد pH با استفاده از دستگاه pH در هر مرحله از نقطه صفر و پس از افزودن اسید قوی یا باز قوی خوانش شده، و با عدد pH نظری محاسبه شده مقایسه می‌گردد.

جدول شماره ۲: تغییرات pH بر اثر افزودن اسید قوی و باز قوی به محلول بافر اسیدی استاتی:

مراحل کار		بشر شماره ۱	بشر شماره ۲	بشر شماره ۳	بشر شماره ۴	بشر شماره ۵	بشر شماره ۶
۱.	مقدار ۲۵ میلی لیتر از ارلن‌های قسمت ۱ با استفاده از استوانه مدرج به بشرهای شماره شده وارد شود.	از ارلن شماره ۱	از ارلن شماره ۱	از ارلن شماره ۲	از ارلن شماره ۲	از ارلن شماره ۳	از ارلن شماره ۳
نسبت اسید استیک به نمک سدیم استات							
۲.	عدد pH برای محلول اولیه در بشر با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =
۳.	عدد pH نظری برای محلول‌های داخل بشر محاسبه شده و در این قسمت درج شود.						
*** اعداد pH نظری (ردیف ۳) با مقادیر خوانش شده از دستگاه pH متر در ردیف ۲ مقایسه شود.							
۴.	به بشرهای با شماره‌های ۱ و ۳ و ۵ مقدار ۱ mL اسید کلریدریک 0.1 N با استفاده از پیپت اضافه شده، محلول به خوبی هم زده شود.	1 mL HCl	1 mL HCl	1 mL HCl	1 mL HCl	1 mL HCl	1 mL HCl
حجم محلول							
۵.	عدد pH برای محلول بشرهای شماره‌های ۱ و ۳ و ۵ با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =
۶.	عدد pH نظری برای محلول‌های داخل بشرهای شماره‌های ۱ و ۳ و ۵ محاسبه شود.						
*** اعداد pH نظری (ردیف ۶) با مقادیر خوانش شده از دستگاه pH متر در ردیف ۵ مقایسه شود.							
۷.	به بشرهای با شماره‌های ۲ و ۴ و ۶ مقدار ۱ mL سدیم هیدروکسید 0.1 N با استفاده از پیپت اضافه شود.	+ ۱ mL	+ ۱ mL	+ ۱ mL	+ ۱ mL	+ ۱ mL	+ ۱ mL
حجم محلول							
۸.	عدد pH برای محلول بشرهای شماره‌های ۲ و ۴ و ۶ با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =
۹.	عدد pH نظری برای محلول‌های داخل بشرهای شماره‌های ۲ و ۴ و ۶ محاسبه شود.						
*** اعداد pH نظری (ردیف ۹) با مقادیر خوانش شده از دستگاه pH متر در ردیف ۸ مقایسه شود.							

پرسش جدول شماره ۲:

مسیر محاسبه اعداد pH نظری در ردیف‌های ۳ و ۶ و ۹ از جدول شماره ۲ نوشته شود.



۳- مطالعه تغییرات pH بر اثر افزودن اسید قوی و باز قوی به محلول‌های غیربافری اسید کلریدریک:

- ۱-۳- تعداد دو بشر با حجم ۵۰ میلی لیتر از ۱ تا ۲ شماره گذاری شود.
- ۲-۳- مقدار ۲۵ میلی لیتر از محلول اسید کلریدریک 0.001 N و ۲۵ میلی لیتر محلول سدیم کلراید 0.001 N به شرح جدول زیر به بشرهای شماره‌های ۱ و ۲ وارد شود. به این ترتیب یک محلول اسید قوی و غیربافری تهیه می‌شود.

۳-۳- مطابق مراحل درج شده در جدول اعداد pH با استفاده از دستگاه pH در هر مرحله از نقطه صفر و پس از افزودن ۱ میلی لیتر از اسید کلریدریک (اسید قوی) و سدیم هیدروکسید (باز قوی) خوانش شده، و با عدد pH نظری محاسبه شده مقایسه می‌گردد.

جدول شماره ۳: مطالعه تغییرات pH بر اثر افزودن اسید قوی و باز قوی به محلول‌های غیربافری اسید کلریدریک:

بشر شماره ۲		بشر شماره ۱		مراحل کار
25 mL	25 mL	۱. مقدار ۲۵ میلی لیتر از اسید کلریدریک 0.001 N با استفاده از استوانه مدرج به بشرهای شماره‌های ۱ و ۲ وارد شود.		
25 mL	25 mL	۲. مقدار ۲۵ میلی لیتر از سدیم کلراید 0.001 N با استفاده از استوانه مدرج به بشرهای شماره‌های ۱ و ۲ وارد شود.		
50 mL	50 mL	حجم محلول		
pH =	pH =	۳. عدد pH برای محلول بشرهای شماره‌های ۱ و ۲ با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.		
		۴. عدد pH نظری برای محلول‌های داخل بشرهای شماره‌های ۱ و ۲ محاسبه شود.		
*** اعداد pH نظری (ردیف ۴) با مقادیر خوانش شده از دستگاه pH متر در ردیف ۳ مقایسه شود.				
	1 mL	۵. به بشر شماره ۱ مقدار ۱ mL اسید کلریدریک 0.1 N با استفاده از پیپت اضافه شود.		
	51 mL	حجم محلول		
	pH =	۶. عدد pH برای محلول بشر شماره ۱ با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.		
		۷. عدد pH نظری برای محلول بشر شماره ۱ محاسبه شود.		
*** اعداد pH نظری (ردیف ۷) با مقادیر خوانش شده از دستگاه pH متر در ردیف ۶ مقایسه شود.				
1 mL		۸. به بشر شماره ۲ مقدار ۱ mL سدیم هیدروکسید 0.1 N با استفاده از پیپت اضافه شود.		
51 mL		حجم محلول		
pH =		۹. عدد pH برای محلول بشر شماره ۲ با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.		
		۱۰. عدد pH نظری برای محلول بشر شماره ۲ محاسبه شود.		
*** اعداد pH نظری (ردیف ۱۰) با مقادیر خوانش شده از دستگاه pH متر در ردیف ۹ مقایسه شود.				

پرسش جدول شماره ۳:

مسیر محاسبه اعداد pH نظری در ردیف‌های ۴ و ۷ و ۱۰ از جدول شماره ۳ نوشته شود.



۴- مطالعه تغییرات pH بر اثر رقیق شدن محلول بافر اسیدی استاتی:

۱-۴- در یک بشر مطابق شرح جدول مخلوطی از ۲۵ میلی‌لیتر از اسید استیک 0.1 N و ۲۵ میلی‌لیتر سدیم استات 0.1 N (نسبت ۱ به ۱) تهیه شود.

۲-۴- سپس با افزودن ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر مخلوط اولیه رقیق شده، پس از هم زدن از نظر تغییرات pH بررسی شود.

جدول شماره ۴: مطالعه تغییرات pH بر اثر رقیق شدن محلول بافر اسیدی استاتی:

بشر آزمایش ۴		مراحل کار	
25 mL		۱.	در یک بشر مقدار ۲۵ میلی‌لیتر اسید استیک 0.1 N با استفاده از استوانه مدرج وارد شود.
25 mL		۲.	به این بشر مقدار ۲۵ میلی‌لیتر سدیم استات 0.1 N با استفاده از استوانه مدرج اضافه کرده، مخلوط هم‌زده شود.
50 mL		حجم محلول	
نسبت اسید به نمک ۱ به ۱			
pH =		۳.	عدد pH برای محلول بشر با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.
		۴.	*** عدد pH نظری برای محلول بشر در این مرحله محاسبه شود.
*** اعداد pH نظری (ردیف ۴) با مقادیر خوانش شده از دستگاه pH متر در ردیف ۳ مقایسه شود.			
25 mL		۵.	به این بشر مقدار ۲۵ میلی‌لیتر آب مقطر با استفاده از استوانه مدرج اضافه شود.
75 mL		حجم محلول	
pH =		۶.	عدد pH برای محلول بشر با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.
		۷.	*** عدد pH نظری را برای محلول بشر در این مرحله محاسبه شود.
*** اعداد pH نظری (ردیف ۸) با مقادیر خوانش شده از دستگاه pH متر در ردیف ۷ مقایسه شود.			

برش جدول شماره ۴:

مسیر محاسبه اعداد pH نظری در ردیف های ۴ و ۷ از جدول شماره ۴ نوشته شود.



۵- محاسبه ظرفیت بافری محلول‌های بافری اسیدی استاتی و بازی آمونیاکی از طریق تیتراسیون

۵-الف- تیتراسیون محلول بافری اسیدی استات با باز قوی (سدیم هیدروکسید استاندارد):

۵-الف-۱- در یک بشر بافر استاتی به شرح جدول زیر با نسبت ۱ به ۱ از اسید استیک به نمک سدیم استات آماده شود.

۵-الف-۲- سدیم هیدروکسید استاندارد شده در بورت با رعایت نکات مربوط آماده شود.

۵-الف-۳- دستگاه pH متر در محل مناسب قرار داده شده، الکتروود آن در داخل بشر تنظیم شود.

جدول شماره ۵- الف: محاسبه ظرفیت بافری محلول بافری اسیدی استاتی از طریق تیتراسیون با باز قوی:

مراحل کار		
بشر شماره ۲ ظرفیت بافری	بشر شماره ۱ ظرفیت بافری	
تهیه بافر استاتی با نسبت ۱ به ۱ از اسید به نمک مزدوج در بشر شماره ۱		
	25 mL	۱. در بشر شماره ۱ مقدار ۲۵ میلی لیتر از محلول اسید استیک 0.1 N با استفاده از استوانه مدرج وارد شود.
	25 mL	۲. به بشر شماره ۱ مقدار ۲۵ میلی لیتر از محلول سدیم استات 0.1 N با استفاده از استوانه مدرج افزوده شود.
	50 mL	حجم محلول
		۳. سدیم هیدروکسید استاندارد با نرمالیتیه در بورت با رعایت نکات مربوط آماده شود.
		۴. دستگاه pH متر در محل مناسب قرار گرفته، الکتروود آن در داخل بشر تنظیم شود.
		۵. مگنت برای هم خوردن با شدت مناسب در داخل بشر تنظیم شود.
	pH =	۶. عدد pH برای محتوای بشر با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.
		۷. *** عدد pH نظری برای محلول بشر در این مرحله محاسبه شود.
		۸. محلول سدیم هیدروکسید از بورت به صورت قطره قطره تدریجی در شرایط کنترل کامل به محتوای بشر شماره ۱ تا زمان مشاهده تغییر pH در حدود ۱ واحد با استفاده از دستگاه pH متر اضافه شود. اعداد pH را در جدول زیر وارد کرده، اعداد pH نظری را برای ۴ نقطه متفاوت از این جدول محاسبه کنید. جدول ثبت pH به صورت فایل پیوست نیز بارگذاری شده است.
	pH=	۹. عدد pH خوانش شده در دستگاه pH متر در زمان قطع افزودن محلول سدیم هیدروکسید استاندارد

جدول ثبت pH در مرحله افزودن سدیم هیدروکسید استاندارد در سنجش ظرفیت بافری محلول بافر استاتی:

Volume of NaOH (V _b)	pH Read by pH meter	Theoretically calculated pH*

پررسم‌های جدول شماره ۵- الف:

۱- منحنی تیتراسیون را برای محلول بافر استاتی، با استفاده از نرم افزار Excel رسم نمایید.

۲- بر اساس تیتراسیون انجام شده، ظرفیت بافری را برای بافر استاتی محاسبه و گزارش کنید.

**۵-ب- تیتراسیون محلول بافری بازی آمونیاکی با اسید قوی (اسید کلریدریک استاندارد):**

۵-ب-۱- در یک بشر بافر آمونیاکی به شرح جدول زیر با نسبت ۱ به ۱ از آمونیاک به نمک آمونیوم کلراید آماده شود.

۵-ب-۲- اسید کلریدریک استاندارد شده در بورت با رعایت نکات مربوط آماده شود.

۵-ب-۳- دستگاه pH متر در محل مناسب قرار داده شده، الکتروود آن در داخل بشر تنظیم شود.

جدول شماره ۵-ب: محاسبه ظرفیت بافری محلول بافری بازی آمونیاکی از طریق تیتراسیون با اسید قوی:

بشر شماره ۲ ظرفیت بافری		بشر شماره ۱ ظرفیت بافری	مراحل کار
تهیه بافر آمونیاکی با نسبت ۱ به ۱ از باز به نمک مزدوج در بشر شماره ۲			
25 mL			۱۰. در بشر شماره ۱ مقدار ۲۵ میلی‌لیتر از محلول آمونیاک 0.1 N با استفاده از استوانه مدرج وارد شود.
25 mL			۱۱. به بشر شماره ۱ مقدار ۲۵ میلی‌لیتر از محلول آمونیوم کلراید 0.1 N با استفاده از استوانه مدرج افزوده شود.
50 mL			حجم محلول
			۱۲. اسید کلریدریک استاندارد با نرمالیه در بورت با رعایت نکات مربوط آماده شود.
			۱۳. دستگاه pH متر در محل مناسب قرار گرفته، الکتروود آن در داخل بشر تنظیم شود.
			۱۴. مگنت برای هم خوردن با شدت مناسب در داخل بشر تنظیم شود.
	pH =		۱۵. عدد pH برای محتوای بشر با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.
			۱۶. *** عدد pH نظری برای محلول بشر در این مرحله محاسبه شود.
			۱۷. محلول اسید کلریدریک استاندارد از بورت به صورت قطره قطره تدریجی در شرایط کنترل کامل به محتوای بشر شماره ۱ تا زمان مشاهده تغییر pH در حدود ۱ واحد با استفاده از دستگاه pH متر اضافه شود. اعداد pH را در جدول زیر وارد کرده، اعداد pH نظری را برای ۴ نقطه متفاوت از این جدول محاسبه کنید. جدول ثبت pH به صورت فایل پیوست نیز بارگذاری شده است.
	pH =		۱۸. عدد pH خوانش شده در دستگاه pH متر در زمان قطع افزودن محلول اسید کلریدریک استاندارد

جدول ثبت pH در مرحله افزودن اسید کلریدریک استاندارد در سنجش ظرفیت بافری محلول بافر آمونیاکی:

Volume of HCl (V _a)	pH Read by pH meter	Theoretically calculated pH*

برسش‌های جدول شماره ۵-ب:

۱- منحنی تیتراسیون را برای محلول بافر آمونیاکی، با استفاده از نرم افزار Excel رسم نمایید.

۲- بر اساس تیتراسیون انجام شده، ظرفیت بافری را برای بافر آمونیاکی محاسبه و گزارش کنید.