



محلول‌های بافر شامل بافر اسیدی و بافر بازی به شرح زیر توصیف می‌شوند:

✓ اجزای تشکیل دهنده محلول بافر اسیدی:

اسید ضعیف (HA) با غلظت M_a و حجم V_a در حضور نمک مزدوج آن (A^- از نمک 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 در حضور نمک مزدوج آن (BH^+ از نمک BH^+X^-) 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.

سپس یک غلظت از محلول بافر اسیدی استاتی و یک غلظت از محلول بافر بازی آمونیاکی تهیه شده، 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 استاتی در سه نسبت غلظتی مختلف از اسید به نمک

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

۳- مطالعه تغییرات pH بر اثر افزودن اسید قوی و باز قوی به دو محلول غیربافری اسیدی (اسید کلریدریک) و خنثی (سدیم کلراید)

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

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

۵-الف- تیتراسیون محلول بافری اسیدی استاتی با باز قوی به عنوان تیترانت (سدیم هیدروکسید استاندارد)

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

۱- تهیه بافر اسیدی استاتی در سه نسبت غلظتی مختلف از اسید به نمک:

روش کار:

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

۲-۱- حجم تعیین شده از محلول اسید استیک با غلظت ۰.۱ N و محلول نمک سدیم استات با غلظت ۰.۱ N به شرح جدول زیر را در هر یک از ارلن‌ها به شماره‌های ۱ تا ۳ وارد نموده، محلول حاصل به خوبی هم زده شود.

به این ترتیب سه محلول بافر استات با سه نسبت غلظتی متفاوت از اسید به نمک شامل نسبت ۱۰ به ۱، ۱ به ۱، ۱ به ۱۰ تهیه می‌شود.

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

مراحل کار			
ارلن شماره ۱	ارلن شماره ۲	ارلن شماره ۳	
50 mL	25 mL	5 mL	۱. حجم محلول اسید استیک ۰.۱ N که با استفاده از استوانه مدرج به ارلن شماره گذاری شده وارد شود.
5 mL	25 mL	50 mL	۲. حجم محلول سدیم استات ۰.۱ N که با استفاده از استوانه مدرج به ارلن شماره گذاری شده وارد شود.
55 mL	50 mL	55 mL	حجم محلول تهیه شده
۱۰ به ۱	۱ به ۱	۱ به ۱۰	نسبت اسید به نمک در هر یک از ارلن‌ها:

محتوای ارلن‌ها با شماره‌های ۱ تا ۳ به خوبی هم زده شود.

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

۱-۲- تعداد ۶ بشر با حجم ۵۰ میلی لیتر از ۱ تا ۶ شماره گذاری شود.
 ۲-۲- از محلول بافری تهیه شده در ارلن های شماره های ۱ تا ۳ در جدول شماره ۱، مقدار ۲۵ میلی لیتر به شرح جدول زیر به بشرها با شماره های ۱ تا ۶ وارد شود؛ به این ترتیب در دو بشر با شماره متوالی نسبت غلظتی یکسان از اسید به نمک به شرح زیر به دست می آید:

در بشرها به شماره های ۱ و ۲: مقدار ۲۵ میلی لیتر از ارلن شماره ۱ (دارای مخلوط اسید به نمک با نسبت ۱ به ۱۰) وارد شود.
 در بشرها به شماره های ۳ و ۴: مقدار ۲۵ میلی لیتر از ارلن شماره ۲ (دارای مخلوط اسید به نمک با نسبت ۱ به ۱) وارد شود.
 در بشرها به شماره های ۵ و ۶: مقدار ۲۵ میلی لیتر از ارلن شماره ۳ (دارای مخلوط اسید به نمک با نسبت ۱۰ به ۱) وارد شود.

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

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 ارلن های تهیه شده در قسمت ۱ با استفاده از استوانه مدرج به بشرهای شماره گذاری 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	۱۰ به ۱	۱۰ به ۱	۱ به ۱	۱ به ۱	۱ به ۱	۱ به ۱
۲.	عدد pH برای محلول اولیه در بشر با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =
	*** عدد pH نظری برای محلول های 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 و تفسیر شود.							
۴.	به بشرهای با شماره های ۱ و ۳ مقدار ۱ mL HCl	1 mL HCl	1 mL HCl	1 mL HCl	1 mL HCl	1 mL HCl	1 mL HCl
	اسید کلریدریک 0.1 N با استفاده از پیپت اضافه شده، محلول به خوبی هم زده شود.						
حجم محلول تهیه شده		26 mL	26 mL	26 mL	26 mL	26 mL	26 mL
۵.	عدد pH برای محلول بشرهای شماره های ۱ و ۳ با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =
	*** عدد pH نظری برای محلول های داخل بشرها با شماره های ۱ و ۳ محاسبه شود.						
*** اعداد pH نظری (ردیف ۶) با مقادیر خوانش شده از دستگاه pH متر در ردیف ۵ مقایسه و تفسیر شود.							
۷.	به بشرها با شماره های ۲ و ۴ مقدار ۱ mL سدیم هیدروکسید 0.1 N با استفاده از پیپت اضافه شود.	+ 1 mL	+ 1 mL	+ 1 mL	+ 1 mL	+ 1 mL	+ 1 mL
	حجم محلول تهیه شده	26 mL	26 mL	26 mL	26 mL	26 mL	26 mL
۸.	عدد pH برای محلول بشرهای شماره های ۲ و ۴ با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =	pH =
	*** عدد pH نظری برای محلول های داخل بشرها با شماره های ۲ و ۴ محاسبه شود.						
*** اعداد pH نظری (ردیف ۹) با مقادیر خوانش شده از دستگاه pH متر در ردیف ۸ مقایسه و تفسیر شود.							

بررسی جدول شماره ۲:

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



۳- مطالعه تغییرات pH بر اثر افزودن اسید قوی و باز قوی به دو محلول غیربافری اسیدی (اسید کلریدریک) و خنثی (سدیم کلراید):

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 دو محلول غیربافری اسید کلریدریک و سدیم کلراید:

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

پرسش جدول شماره ۳:

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



دکتر سارا رسول امینی

نیمسال دوم ۱۴۰۳

دستور کار آزمایشگاه شیمی تجزیه عملی

جلسه پنجم آزمایشگاه شیمی تجزیه: بررسی خصوصیات محلول‌های بافر

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

۴-۱- 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.

۴-۲- 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:

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

پرسش جدول شماره ۴:

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



۵- محاسبه ظرفیت بافری محلول‌های بافری اسیدی استاتی و بازی آمونیایی از طریق تیتراسیون: گروه‌ها یک در میان تیتراسیون الف یا ب را انجام خواهند داد.

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

۵-الف-۱- در یک بشر ۱۰۰ میلی لیتری یک مگنت مغناطیسی با سایز مناسب وارد کرده؛ سپس ۵۰ میلی لیتر از بافر استاتی با نسبت ۱ به ۱ از اسید استیک به نمک سدیم استات مطابق شرح در جدول زیر به بشر وارد شود. در ادامه بشر در موقعیتی بر روی سطح استیرر و در زیر بورت آماده برای اجرای تیتراسیون تنظیم شود.

۵-الف-۲- سدیم هیدروکسید استاندارد شده را، با رعایت نکات مربوطه، در بورت وارد نموده، بورت در ارتفاع مناسب بر روی بشر تیتراسیون تنظیم شده، آماده برای اجرای تیتراسیون شود.

نرمالیت سدیم هیدروکسید استاندارد شده برای امروز: ...

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

۵-الف-۴- شدت هم خوردن مگنت در محلول به صورتی تنظیم شود که الکتروود pH متر ضربه نخورد.

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				
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.			25 mL
۳.	مخلوط حاصل با استفاده از مگنت در داخل بشر و بر روی استیرر به خوبی هم زده شود.			
حجم محلول تهیه شده				
۴.	عدد pH برای محتوای بشر در نقطه صفر قبل از افزودن تیترانت با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.			pH =
۵.	*** عدد pH نظری برای محلول بشر در این مرحله، در نقطه صفر قبل از افزودن تیترانت، محاسبه شود.			
۶.	شروع تیتراسیون: محلول سدیم هیدروکسید از بورت به صورت قطره قطره تدریجی در <u>حال استیر مگنت</u> به محتوای بشر شماره ۱ در شرایطی به صورتی اضافه شود که بعد از اضافه شدن هر قطره و هم خوردن کافی محلول حاصل عدد pH با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شده و در جدول صفحه بعدی وارد شود. تیتراسیون و خوانش pH تا زمانی ادامه یابد که عدد pH با استفاده از دستگاه pH متر افزایشی نزدیک به ۱ واحد داشته باشد.			
۷.	عدد pH خوانش شده در دستگاه pH متر در زمان قطع افزودن محلول سدیم هیدروکسید استاندارد			pH =

برسش‌های جدول شماره ۵- الف:

الف- خانه‌های خالی در جدول شماره ۵-الف تکمیل شود.

ب- مسیر محاسبه عدد pH نظری در ردیف ۷ از جدول شماره ۵-الف نوشته و سپس عدد به دست آمده با pH خوانش شده با دستگاه pH متر (ردیف ۶) مقایسه و تفسیر شود.

ج- منحنی رابطه pH با حجم باز استاندارد را برای محلول بافر استاتی برای محدوده pH اولیه (نقطه صفر) و pH در نقطه پایان یا نزدیک به نقطه پایان تیتراسیون با هدف تعیین ظرفیت بافری ($\Delta pH=1$) با استفاده از نرم افزار Excel رسم نمایید.

د- ظرفیت بافری برای بافر استاتی مورد آنالیز را به صورت نظری بر اساس میلی مول باز استاندارد لازم برای $\Delta pH=1$ محاسبه و گزارش کنید.

ه- ظرفیت بافری برای بافر استاتی مورد آنالیز را بر اساس تیتراسیون انجام شده با باز استاندارد لازم برای $\Delta pH=1$ محاسبه و گزارش کنید.

و- اعداد به دست آمده در قسمت های "د" و "ه" را با هم مقایسه و تفسیر کنید.

7



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

۵-ب-۱- در یک بشر ۱۰۰ میلی لیتری یک مگنت مغناطیسی با سایز مناسب وارد کرده؛ سپس ۵۰ میلی لیتر از بافر استاتی با نسبت ۱ به ۱ از آمونیک به نمک آمونیوم کلراید مطابق شرح در جدول زیر به بشر وارد شود. در ادامه بشر در موقعیتی بر روی سطح استیرر و در زیر بورت آماده برای اجرای تیتراسیون تنظیم شود.

۵-ب-۲- اسید کلریدریک استاندارد شده را، با رعایت نکات مربوط، در بورت وارد نموده، بورت در ارتفاع مناسب بر روی بشر تیتراسیون تنظیم شده، آماده برای اجرای تیتراسیون شود.

نرمالیتة اسید کلریدریک استاندارد شده برای امروز: ...

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

۵-ب-۴- شدت هم خوردن مگنت در محلول به صورتی تنظیم شود که الکتروود pH متر ضربه نخورد.

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	۱. در بشر شماره ۱ مقدار ۲۵ میلی لیتر از محلول آمونیاک 0.1 N با استفاده از استوانه مدرج وارد شود.
	25 mL	۲. به بشر شماره ۱ مقدار ۲۵ میلی لیتر از محلول آمونیوم کلراید 0.1 N با استفاده از استوانه مدرج افزوده شود.
		۳. مخلوط حاصل با استفاده از مگنت در داخل بشر و بر روی استیرر به خوبی هم زده شود.
	50 mL	حجم محلول تهیه شده
	pH =	۴. عدد pH برای محتوای بشر در نقطه صفر قبل از افزودن تیترانت با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شود.
		۵. *** عدد pH نظری برای محلول بشر در این مرحله، در نقطه صفر قبل از افزودن تیترانت، محاسبه شود.
۶. شروع تیتراسیون: محلول اسید کلریدریک استاندارد از بورت به صورت قطره قطره تدریجی در <u>حال استیر مگنت</u> به محتوای بشر شماره ۱ در شرایطی به صورتی اضافه شود که بعد از اضافه شدن هر قطره و هم خوردن کافی محلول حاصل عدد pH با استفاده از دستگاه pH متر خوانش شده و در جدول صفحه بعدی وارد شود. تیتراسیون و خوانش pH تا زمانی ادامه یابد که عدد pH با استفاده از دستگاه pH متر کاهشی نزدیک به ۱ واحد داشته باشد.		
	pH =	۷. عدد pH خوانش شده در دستگاه pH متر در زمان قطع افزودن محلول سدیم هیدروکسید استاندارد

پرسش های جدول شماره ۵-ب:

الف- خانه های خالی در جدول شماره ۵-ب تکمیل شود.

ب- مسیر محاسبه عدد pH نظری در ردیف ۷ از جدول شماره ۵-ب نوشته و سپس عدد به دست آمده با pH خوانش شده با دستگاه pH متر مقایسه و تفسیر شود.

ج- منحنی رابطه pH با حجم اسید استاندارد را برای محلول بافر آمونیاکی برای محدوده pH اولیه (نقطه صفر) و pH در نقطه پایان یا نزدیک به نقطه پایان تیتراسیون با هدف تعیین ظرفیت بافری ($\Delta pH = 1$) با استفاده از نرم افزار Excel رسم نمایید.

د- ظرفیت بافری برای بافر آمونیاکی مورد آنالیز را به صورت نظری بر اساس میلی مول اسید استاندارد لازم برای $\Delta pH = 1$ محاسبه و گزارش کنید.

ه- ظرفیت بافری برای بافر آمونیاکی مورد آنالیز را بر اساس تیتراسیون انجام شده با اسید استاندارد لازم برای $\Delta pH = 1$ محاسبه و گزارش کنید.

و- اعداد به دست آمده در قسمت های "د" و "ه" را با هم مقایسه و تفسیر کنید.

人