

Азот, фосфор, мышьяк (2)

Лекция курса

«Общая и неорганическая химия»

для 11-х классов СУНЦ

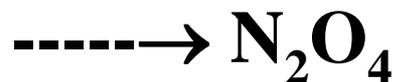
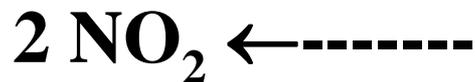
Кислородные соединения азота (оксиды)

Оксид	N_2O	NO	N_2O_3	NO_2	N_2O_5
ΔH^0_{298} , кДж/моль	+81,5	+90,4	+86,6	+33,9	+13,3
Формула кислоты	-	-	HNO_2	-	HNO_3
Название кислоты	-	-	азотистая	-	азотная
Название солей	-	-	нитриты	-	нитраты



+150⁰C

-11⁰C

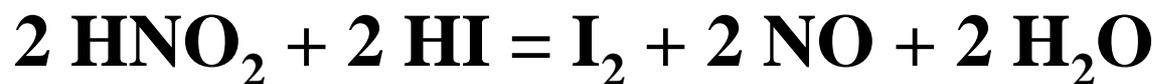


$$\Delta H^0_{298} = -55 \text{ кДж}$$

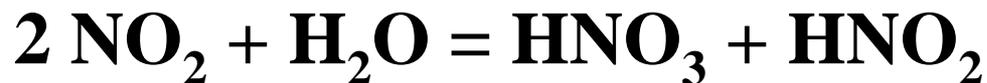
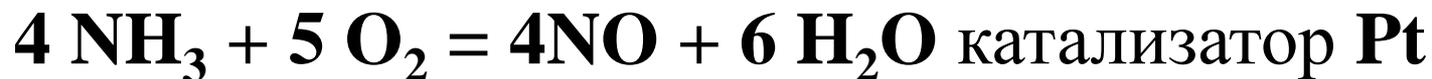
бурый

бесцветный

Кислородные соединения азота (нитриты)



Получение азотной кислоты



Кислородные соединения азота (нитраты)



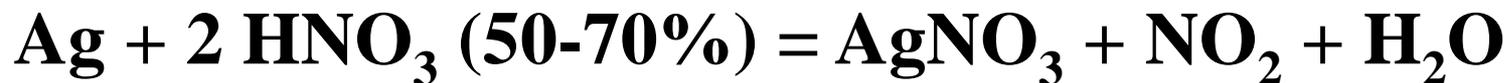
нитрит нитрат

Нитраты и азотная кислота проявляют окислительные свойства:

горение без доступа воздуха:



растворение серебра:



При использовании «дымящей» HNO_3 (более 90%):



Реакции HNO_3 с металлами

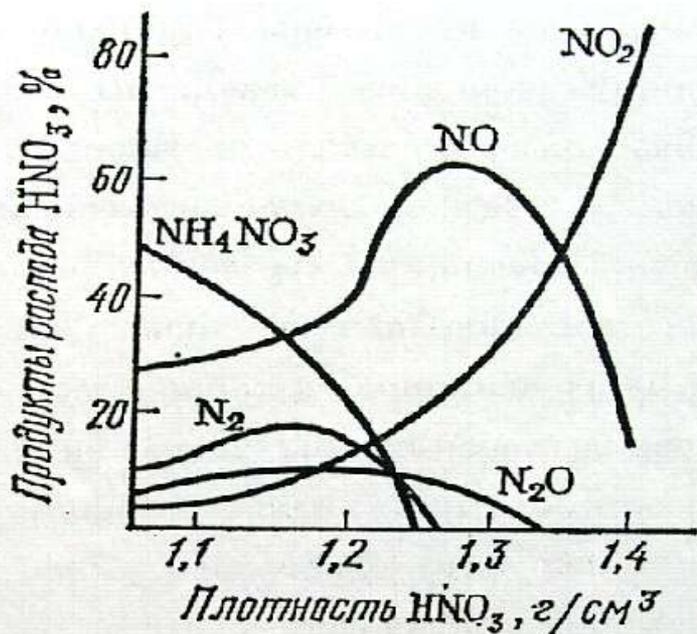
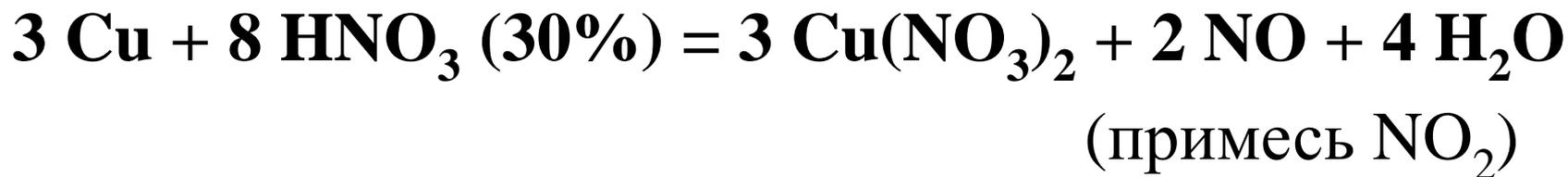


Рис. 159. Влияние концентрации HNO_3 на характер продуктов ее восстановления железом

Ахметов Н. С.

Общая и неорганическая химия: Учеб. для химико-технол. вузов.— 2-е изд., перераб. и доп.— М.: Высш. шк., 1988.— 640 с., ил.



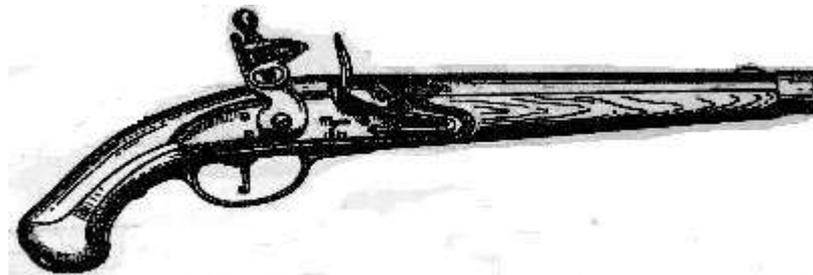
Реакции дымящей HNO_3



Органические вещества воспламеняются при контакте с дымящей HNO_3



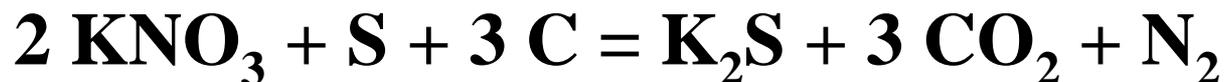
Теория и эксперимент



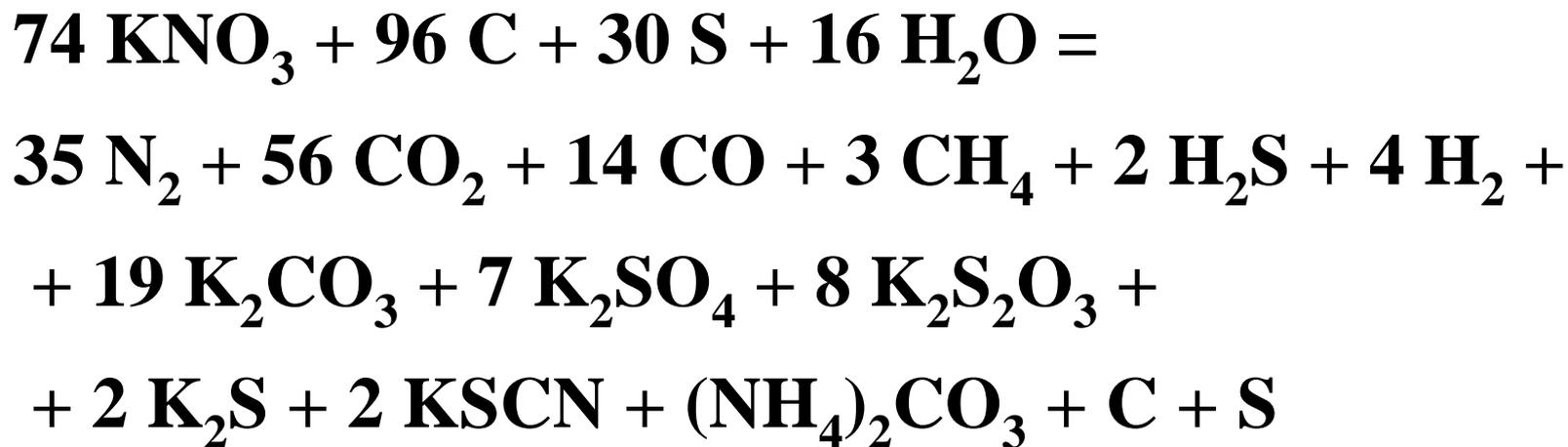
селитра



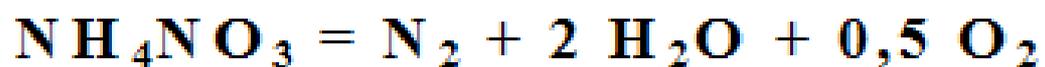
Реакция горения черного пороха из учебников:



Реакция горения черного пороха для практических расчетов:



Нитрат аммония



$$\Delta H^0_{298} = -119 \text{ кДж}$$



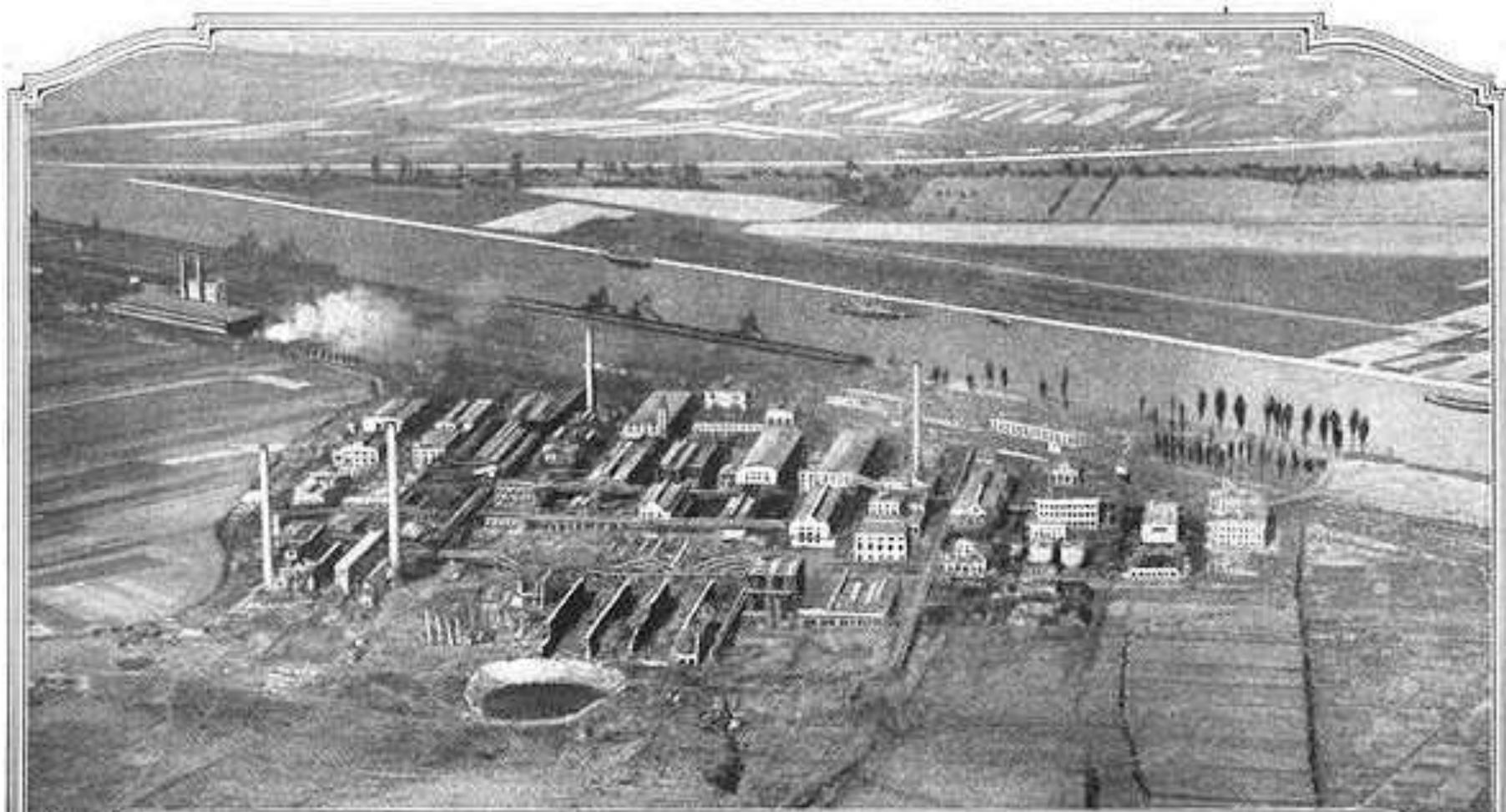
$$\Delta H^0_{298} = -37 \text{ кДж}$$



Завод в Оппау после разложения нитрата аммония (Германия, 1921г.)



Завод в Оппау после разложения нитрата аммония (Германия, 1921г.)

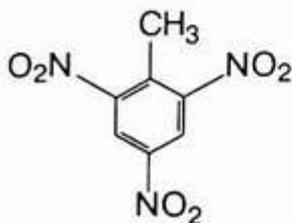


PART OF THE RUINS OF OPPAU AFTER THE DISASTROUS EXPLOSION.

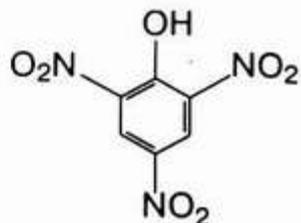
THE wreckage, September 21, by explosions, followed by fire, of the great dye works at Oppau, near Ludwigshafen on the Rhine, when several hundred persons were killed and thousands injured, was the greatest disaster of its kind that has ever occurred in Germany, and probably in the world. The entire plant was destroyed, as well as the greater part of the surrounding town. The first explosion occurred at the huge gas holders, and the above picture shows the resulting wreckage in their immediate vicinity. Seismographs at Stuttgart Observatory, some 85 miles away, registered the shock of the first explosion shortly after 7:30 a. m., and a second, more violent one, 72 seconds later. Damages to buildings were reported within a radius of over 50 miles from Oppau.

Завод в Оппау после разложения нитрата аммония (Германия, 1921г.)

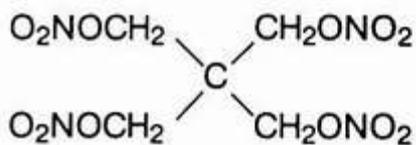
ВВ – соединения азота



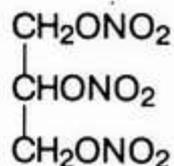
(I)



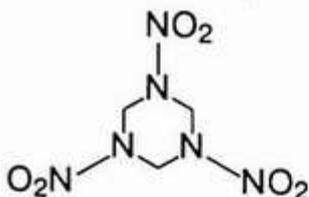
(II)



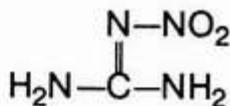
(III)



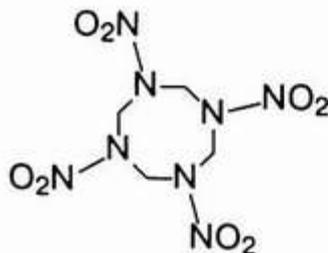
(IV)



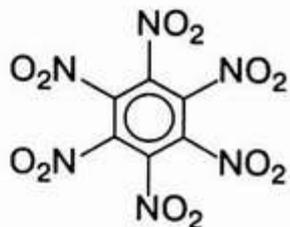
(V)



(VI)



(VII)

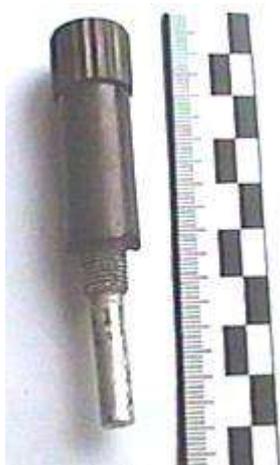


(VIII)

В качестве примера можно привести традиционные ВВ, такие, как наиболее широко используемый в военной технике и в народном хозяйстве 2,4,6-тринитротолуол (тротил) (I), 2,4,6-тринитрофенол (пикриновая кислота) (II), тетранитрат пентаэритрита (ТЭН) (III), тринитрат глицерина (нитроглицерин) (IV), 1,3,5-тринитро-1,3,5-триазадиазоциклогексан (гексоген) (V), нитрогуанидин (VI), а также более мощные и современные 1,3,5,7-тетранитро-1,3,5,7-тетраазадиазоциклооктан (октоген) (VII) и гексанитробензол (VIII).



Опасные предметы с соединениями азота (ВВ)



Получение и свойства белого фосфора

1669 г. - Хённиг Брандт
выделил фосфор
как продукт перегонки мочи
(первое датированное
открытие
химического элемента).

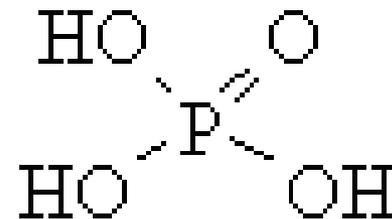
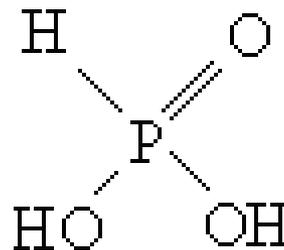
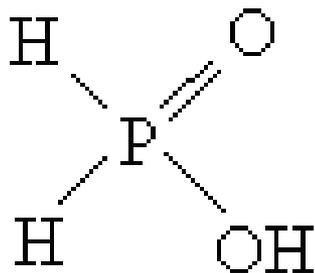


Диспропорционирование неметаллов

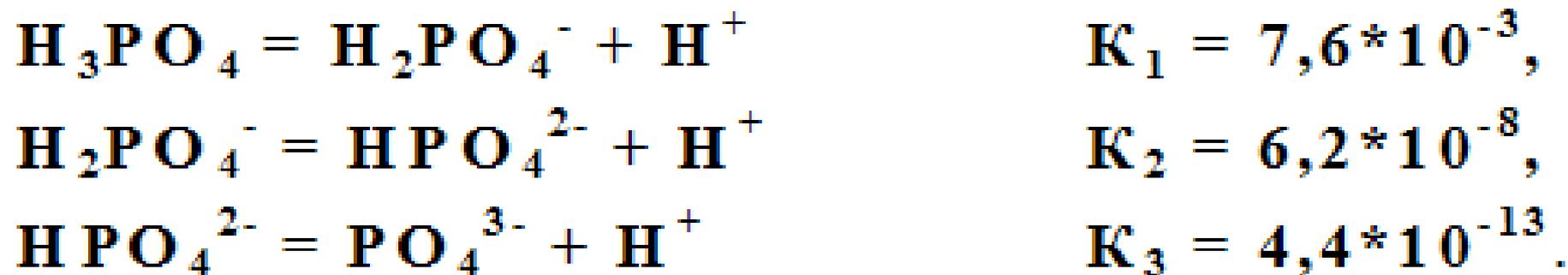


Кислородные кислоты фосфора

Формула	H_3PO_2	H_3PO_3	H_3PO_4
Степень окисления P	+1	+3	+5
Осно́вность	1	2	3
Название кислоты	фосфорноватистая	фосфористая	(орто)фосфорная
Название средней соли	гипофосфит	фосфит	фосфат

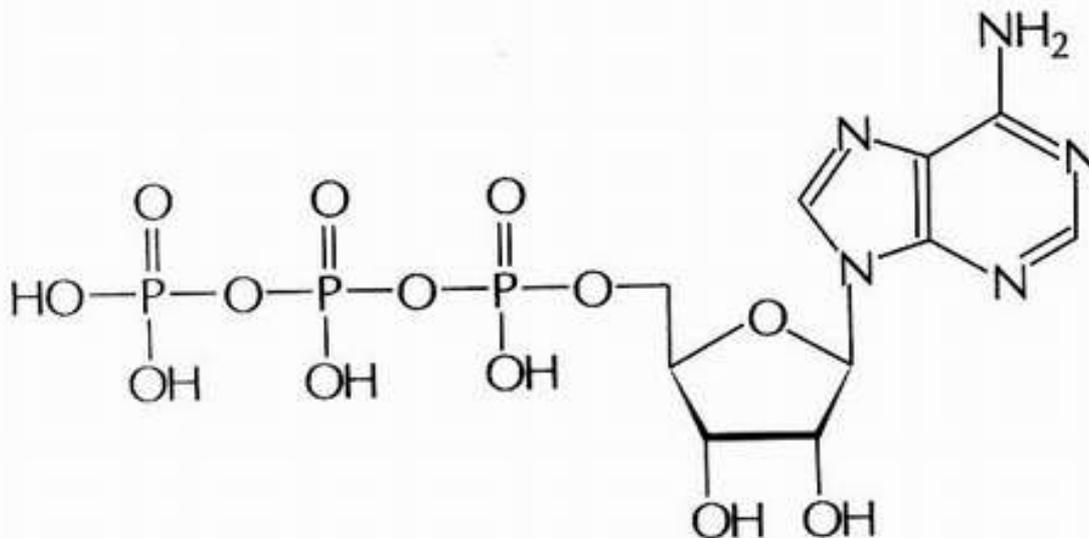
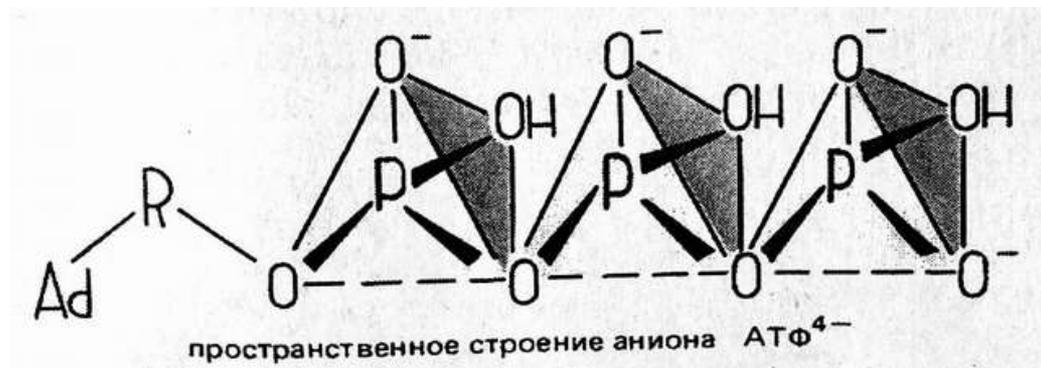
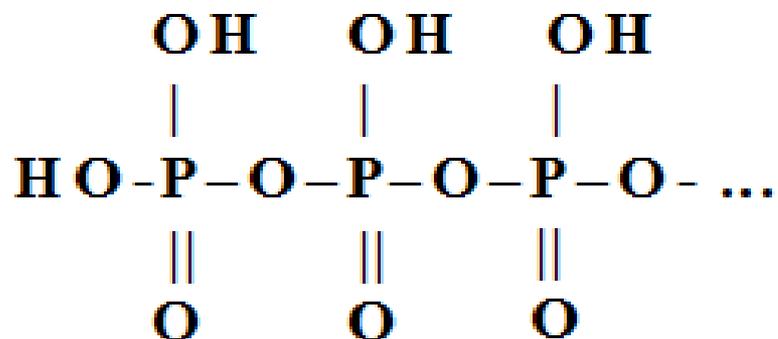


Ортофосфорная кислота H_3PO_4 :



Полифосфаты и АТФ

Полифосфаты:



Общая химия. Биофизическая химия.
Химия биогенных элементов: Учеб. для вузов/
Ю.А.Ершов, В.А.Попков, А.С.Берлянд и др. –
2-е изд. – М., 2000

Токсические свойства элементов VA группы

Токсические свойства водородных соединений

	NH_3	N_2H_4	HN_3	PH_3	AsH_3
Температура кипения, $^{\circ}\text{C}$	-33,4	113,5	36	-87,8	-62,5
ПДК (8 часов в сутки), $\text{мг}/\text{м}^3$	20	0,1		0,1	0,1
Раздражение глаз и носа, $\text{мг}/\text{м}^3$	0,5	4	0,5	2	-*
Смертельно за 1 - 3 часа, $\text{мг}/\text{м}^3$	700	500	300	10	100

Токсические свойства оксидов азота

	N_2O	NO	NO_2
Температура кипения, $^{\circ}\text{C}$	-89,5	-151,8	20,7
ПДК (8 часов в сутки), $\text{мг}/\text{м}^3$	5	5	5
Раздражение глаз и носа, $\text{мг}/\text{м}^3$	-	76	0,2
Смертельно за 1 - 3 часа, $\text{мг}/\text{м}^3$	-	1000	220

О нитритах и нитратах в пище (Е-индексы)

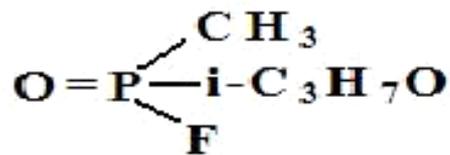
Е-249	Нитрит калия
Е-250	Нитрит натрия
Е-251	Нитрат натрия
Е-252**	Нитрат калия

** - вещество входит в список пищевых добавок, не имеющих разрешения к применению в пищевой промышленности в Российской Федерации



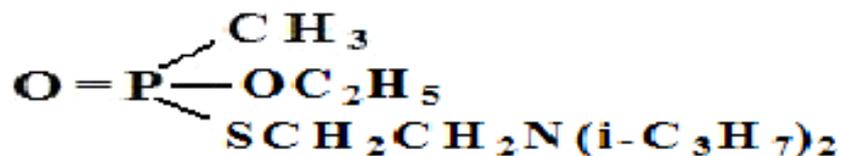
Состав: свинина, говядина, вода, молоко сухое, белок соевый, мука пшеничная, соль, яичный порошок, стабилизатор (пирофосфаты, трифосфаты), специи, сахар, краситель натуральный (рис ферментированный), антиокислитель (аскорбиновая кислота), фиксатор окраски (нитрит натрия). В 100 г. продукта: белок-13,0 г., жир-22,0 г., углеводы-4,6 г., ккал-268,4. Упаковано под вакуумом: хранить при $t = 0-6^{\circ}\text{C}$. Годен в течение 15 суток. ЗАО «Микояновский мясокомбинат», т.: 677-05-64, Россия, г. Москва, ул. Талалихина, д.41, www.mikoyan.ru

Деактиваторы холинэстеразы



Зарин – изопропиловый эфир метилфторфосфоновой кислоты (1938).
Смертельная доза при попадании на кожу - 24 мг/кг массы тела.

О-этиловый-S-(N,N-диизопропиламино) этиловый эфир метилфосфоновой кислоты или **VX**:



Смертельно 3 мг на кожу

Дихлофос ($R_1 = R_2 = \text{CH}_3\text{O}-$; $X = \text{CCl}_2=\text{CHO}-$)
ПДК паров 0,2 мг/м³, LD₅₀ (для крыс) 50 мг/кг

Хлорофос ($R_1 = R_2 = \text{CH}_3\text{O}-$; $X = \text{CCl}_3\text{CH}(\text{OH})\text{O}-$)
ПДК 0,5 мг/м³.

Обнаружение мышьяка

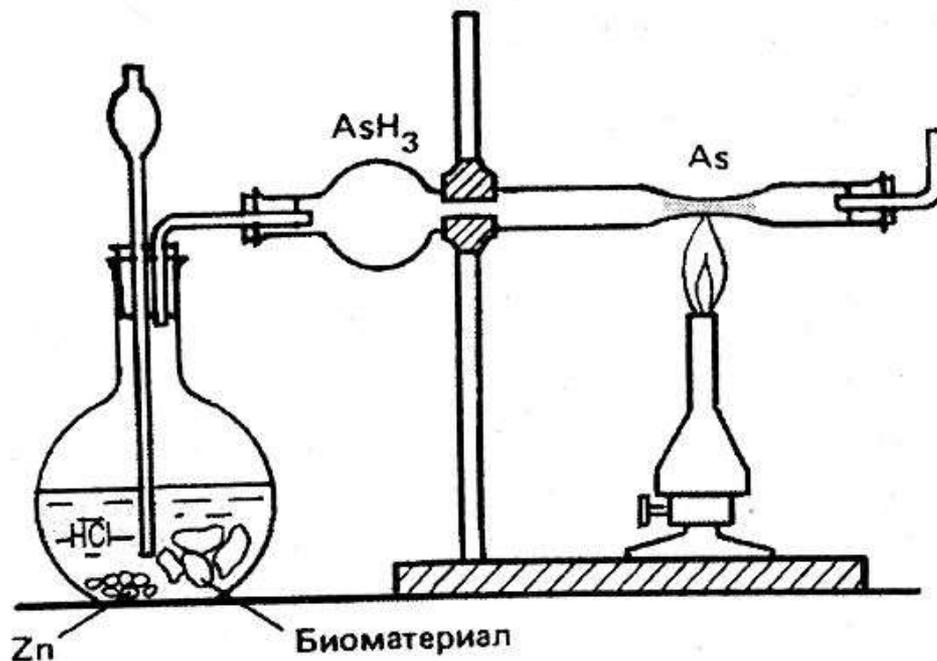
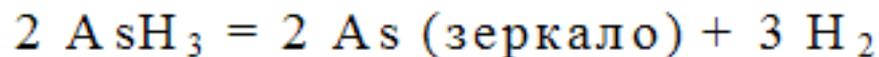
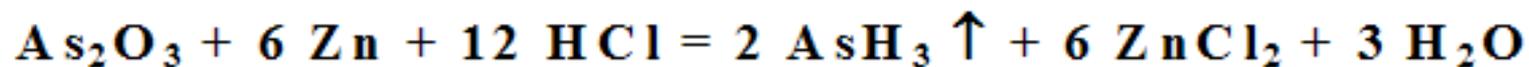
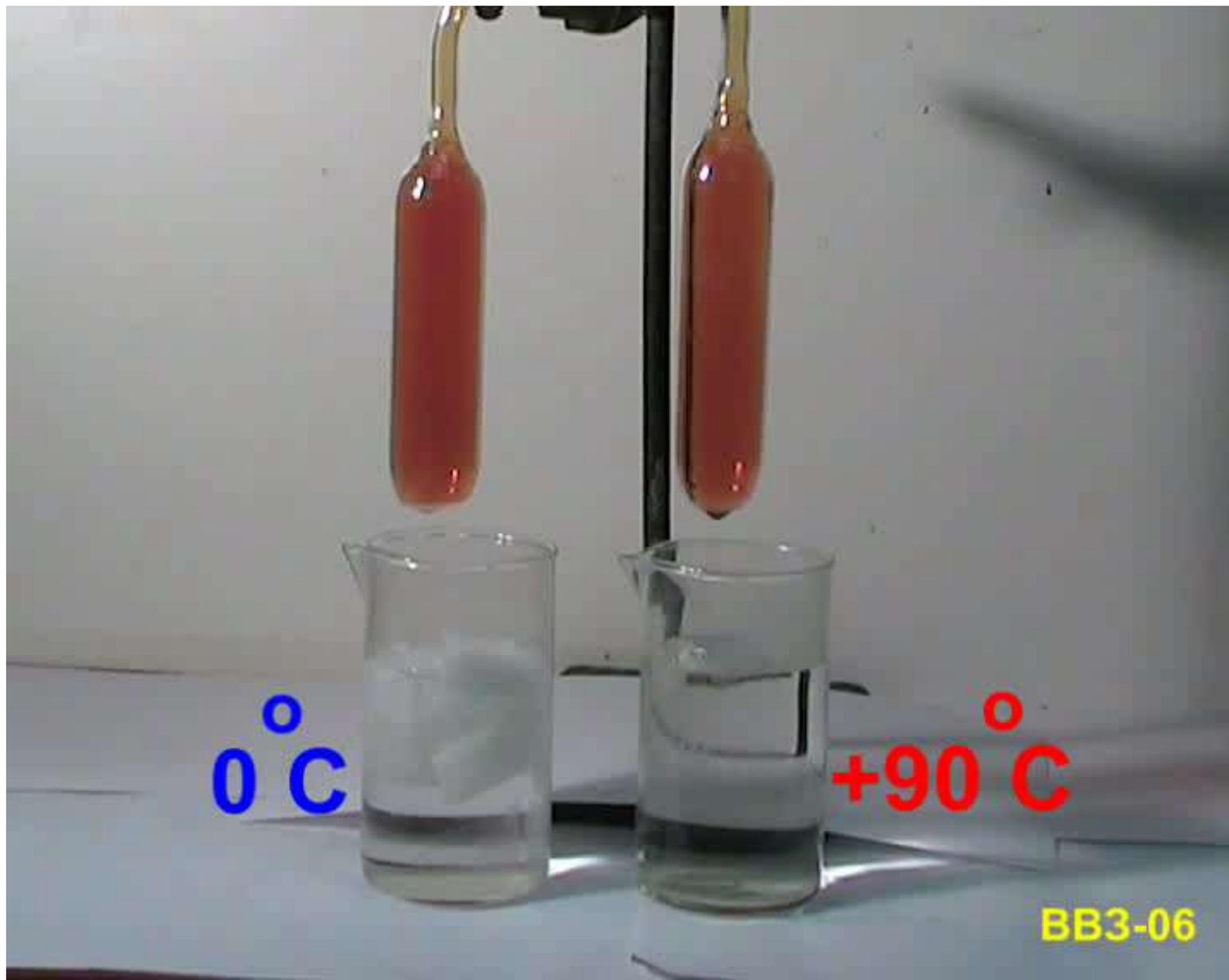


Рис. 8.6. Определение мышьяка в биологическом материале

Реакция Марша, предел обнаружения $7 \cdot 10^{-7}$ г мышьяка



Равновесие $2 \text{NO}_2 \leftrightarrow \text{N}_2\text{O}_4$ N2O4-tV1 1:38

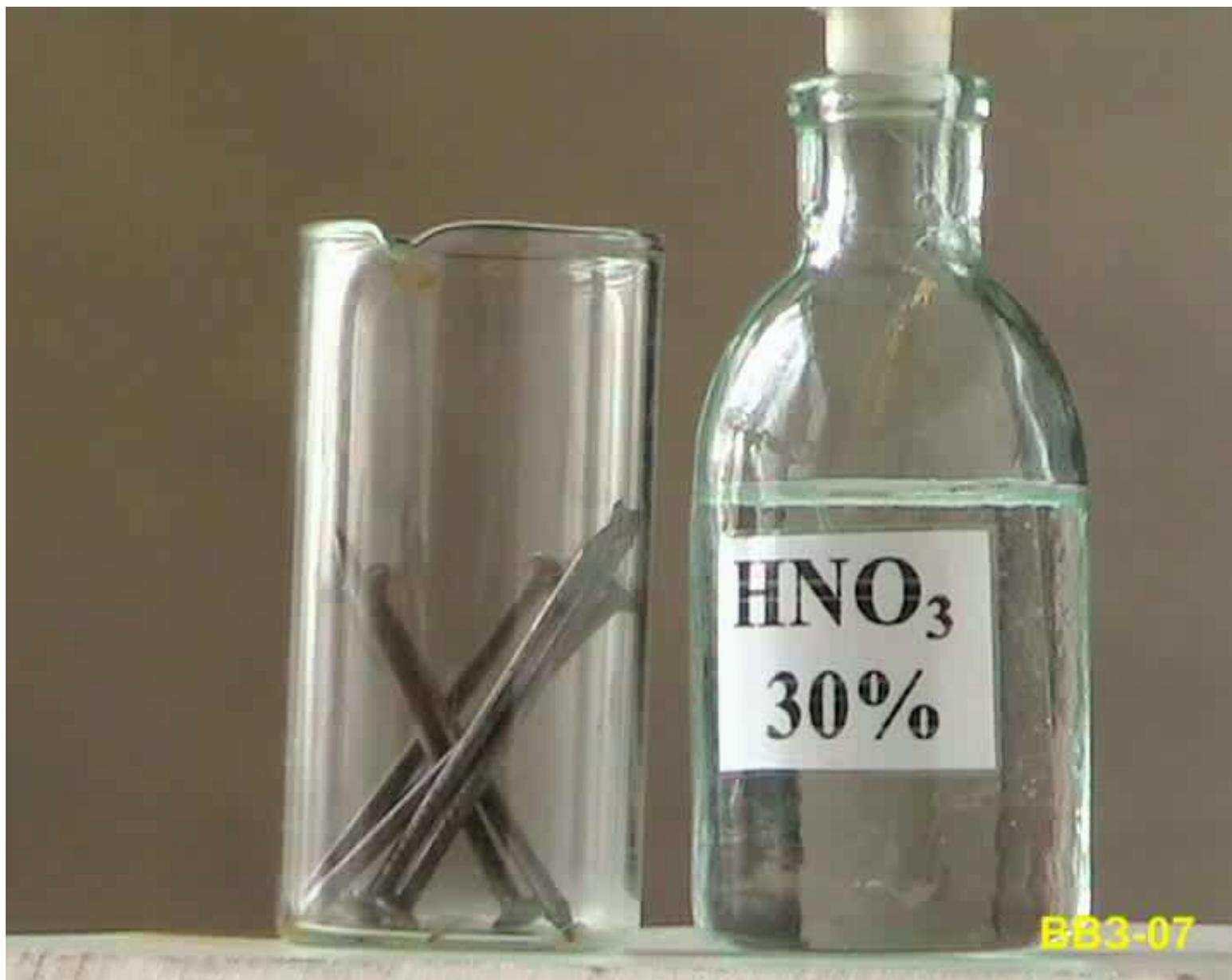


BB3-06

Реакция с медью 30%-ной и 60%-ной HNO_3 NO3Cu-tV1f1 1:08



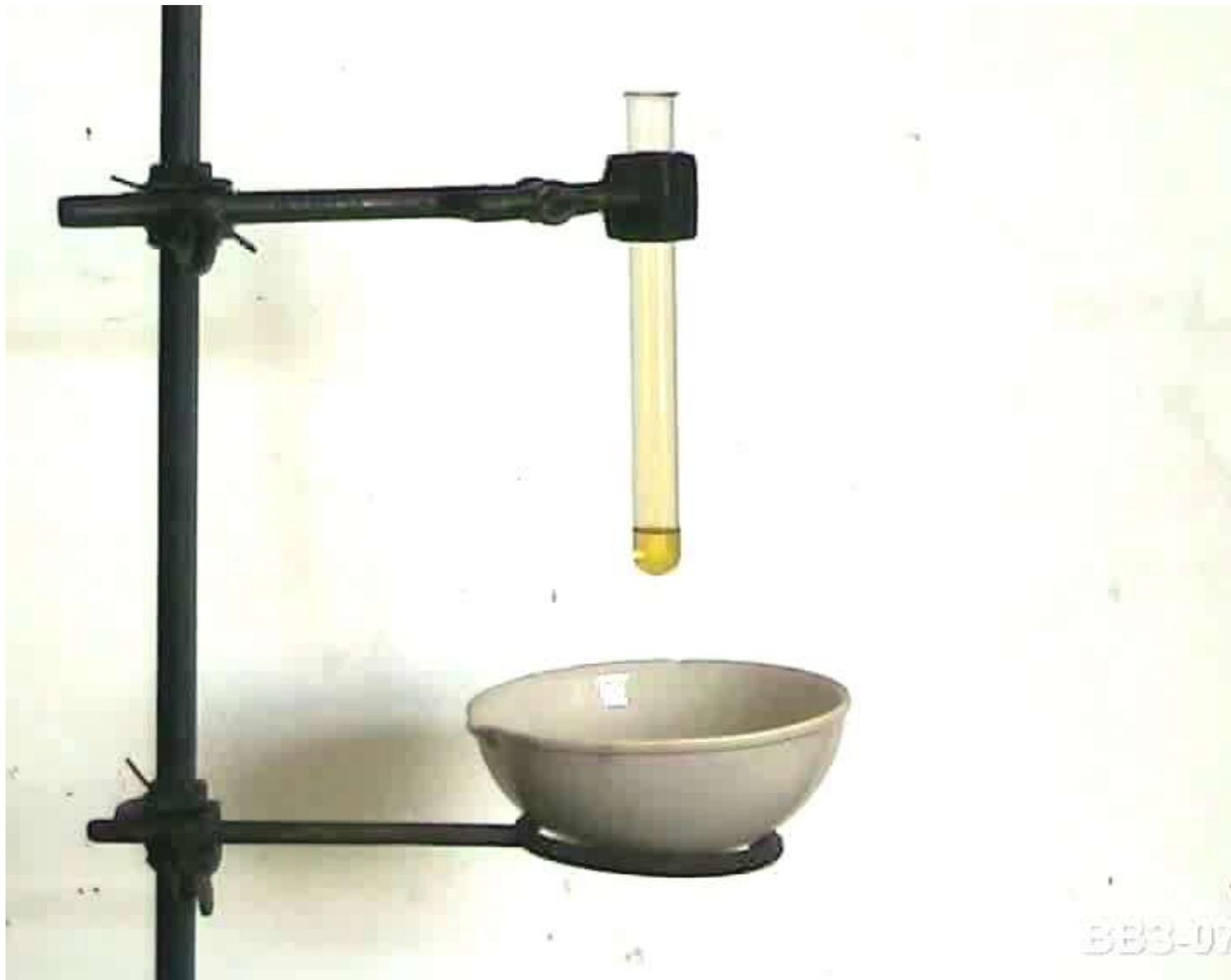
Реакция железа с 30%-ной азотной кислотой $\text{NO}_3\text{Fe-tV1}$ (0:49)



Реакция железа с 30%-ной азотной кислотой NO3Fe-tV1 (0:49)



Реакция дымящей HNO_3 с белым фосфором NO3P4-tV1f1 0:38



Реакция дымящей HNO_3 со скипидаром NO3-sk-t 0:17



Реакция дымящей HNO_3 с серой NO3-S-t 1:04



Каталитическое разложение нитрата аммония h-NHNOkt 0:24



Взрыв 10 т тротила 0:28



Взрыв 10 т тротила 0:28



Разложение бихромата аммония h-vulk-tV1f1 1:14



Диспропорционирование белого фосфора в щелочи P4-OH-t 1:26



Kurzzeitmesstechnik Mehl



www.kurzzeit.com

Селитры

Чилийская селитра
 NaNO_3



Норвежская селитра $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$



Индийская селитра KNO_3

Черный порох. Производство селитры (1) XIX век

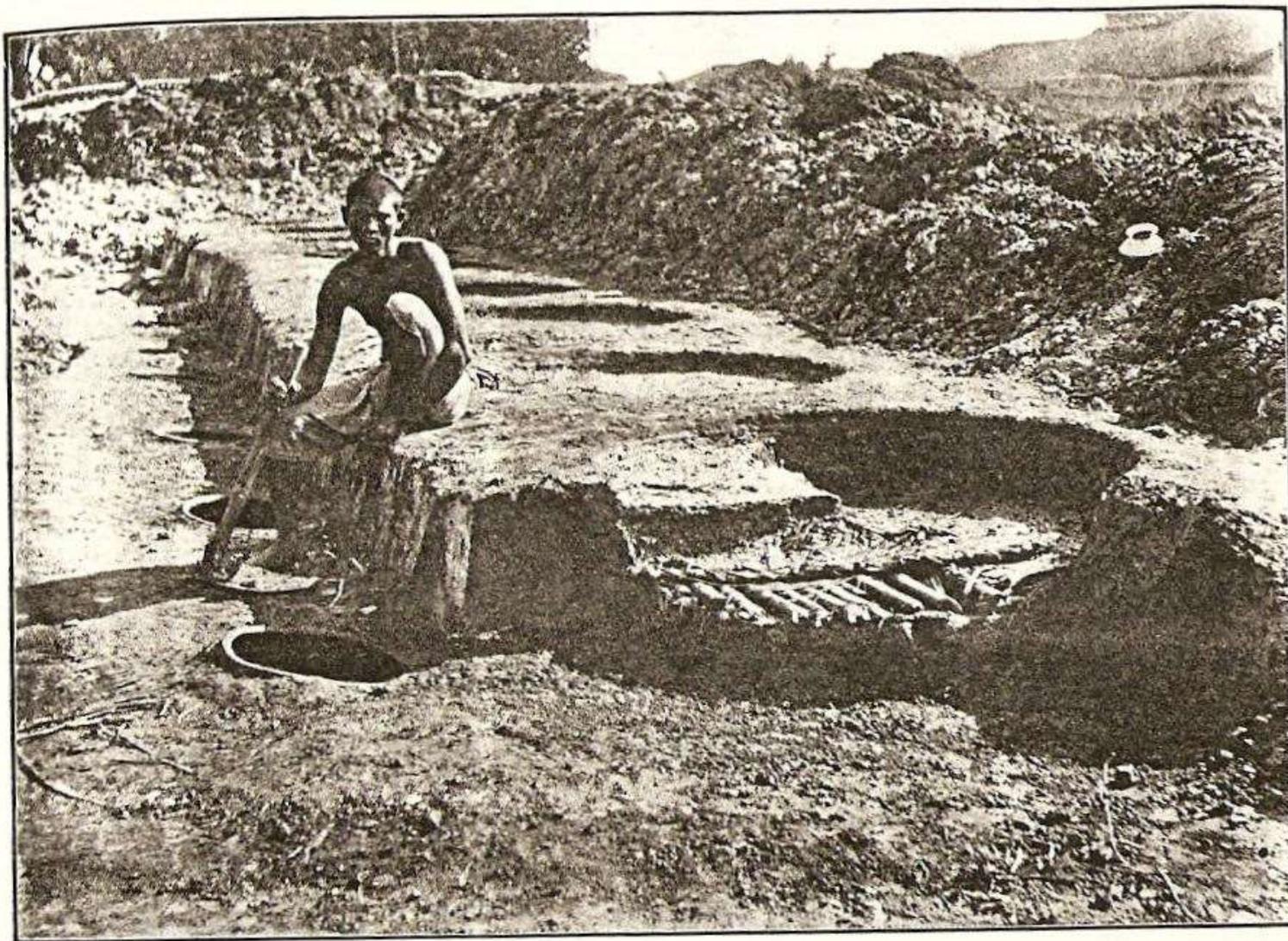


FIG. 1. Percolators for Extracting Indian Crude Saltpetre

Черный порох. Производство селитры (2) XIX век

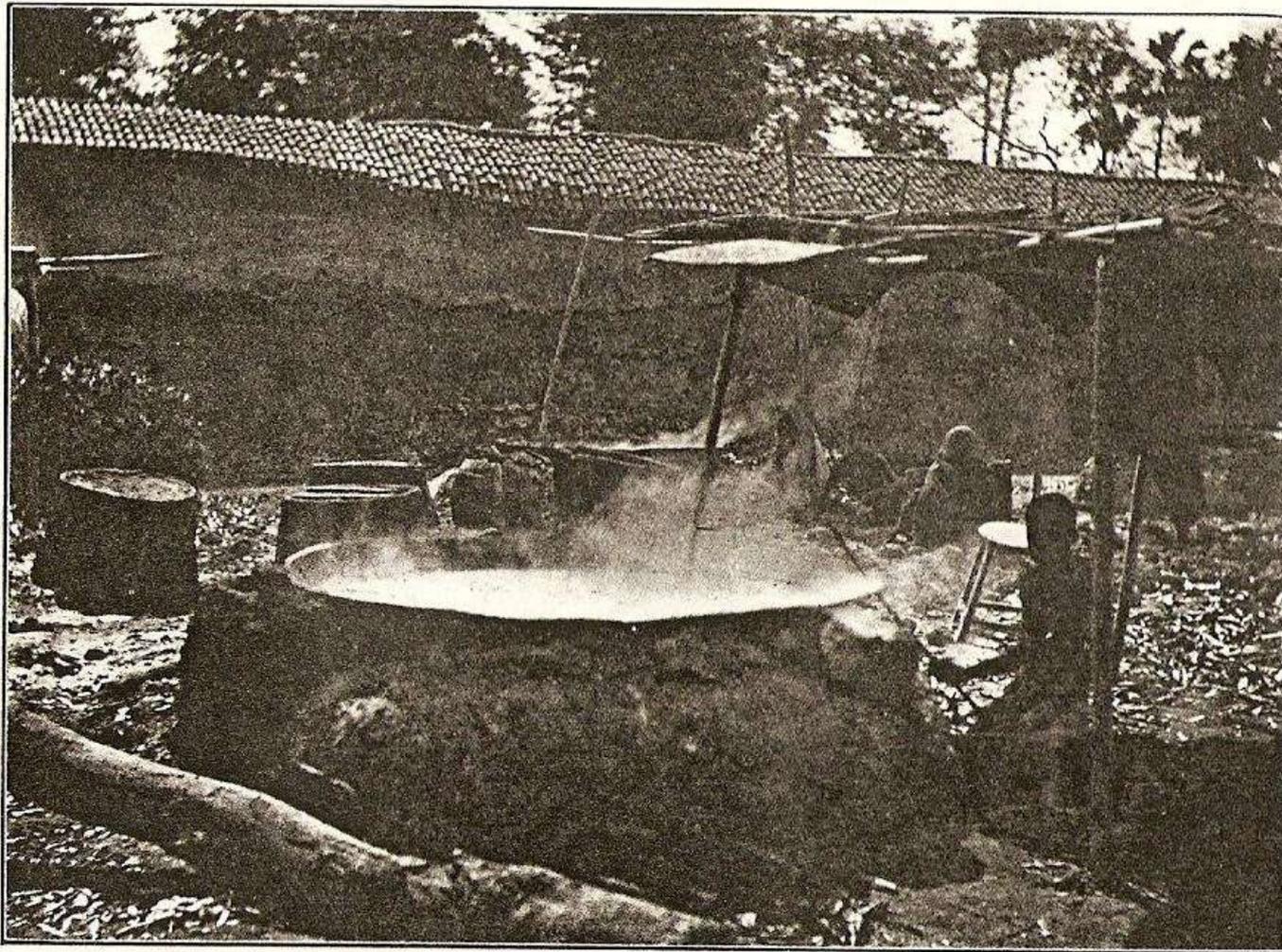


FIG. 2. Evaporating Liquor from Percolator

