

□

# **STORIA DELLA TECNOLOGIA**

## **LEZIONE 7**

**Massimo Guarnieri**  
**Università di Padova**  
a.a. 2021-22

# 535-630 - Europa

535-553: Guerre gotiche in Italia – dominio bizantino

~540: Trafugamento del baco a Costantinopoli

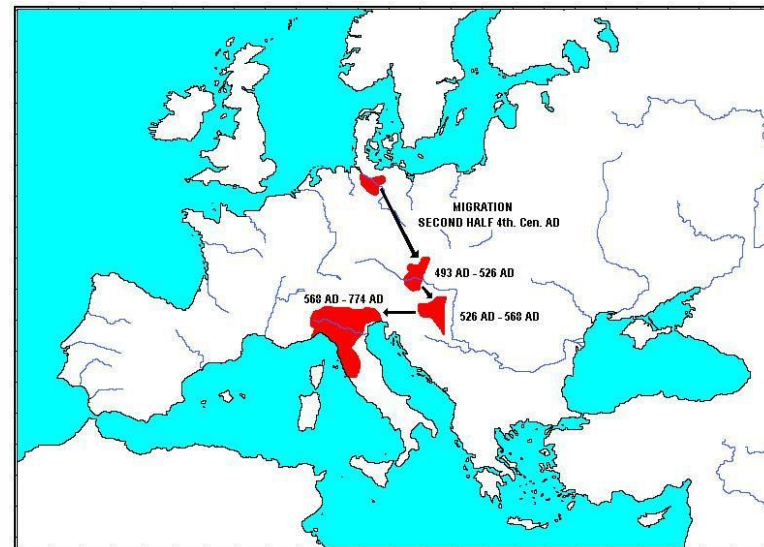
- Primo tessitura in Europa

542: Grande epidemia di peste a Costantinopoli

- uccide il 40% della popolazione della città
- Presto diffusa in Europa
- Tornata a ondate
- Prostra l'impero d'oriente

568: Invasioni di Longobardi in Italia

630: Invasioni di Avari in Europa orientale



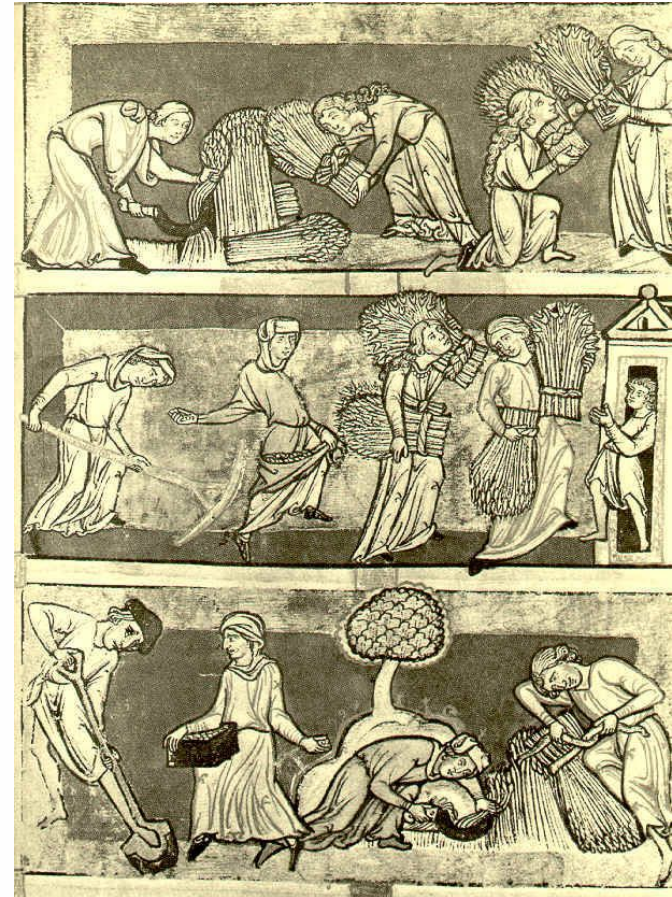
# ~550-1000 - Europa occidentale

Spopolamento delle città e villaggi

- forte calo demografico

Sviluppo dell'economia curtense

- trasformazione delle ville rurali romane (con fattorie) in borghi autonomi
- microeconomia autarchica
- economia centrata sull'agricoltura
- forte recessione delle attività produttive
- drastica riduzione dei commerci
- drastica riduzione del denaro circolante
- mancanza di manodopera servile esterna



# ~600-1000 - Europa occidentale

## Monasteri (latini, non bizantini)

- istituzioni custodi dei saperi, anche tecnici
  - lettura delle scritture sacre
  - conoscenze meccaniche, metallurgiche (fusione di campane), chimiche (farmacopea) ...
- riferimento religioso e culturale per le società curtensi
  - rivoluzionario riscatto del lavoro manuale e artigianale: secondo il principio dell'“ora et labora”
  - esigenza di evitare le attività banali e ripetitive
  - forte incentivo a sviluppare la meccanizzazione
  - rivoluzionario atteggiamento culturale occidentale diffuso dalla cristianità: “tecnologia proclamata valore cristiano”
  - .... stimolo a innovazione

# 619-787 - Irlanda

## Mulino con ruota idraulica a marea

- Resti archeologici trovati lungo la costa dell'Irlanda del nord
- Altri mulini a marea sono poi realizzati in altre località lungo le coste atlantiche, dove le maree sono particolarmente intense (Inghilterra, Francia, Portogallo)

Le foto riproducono mulini a marea successivi



# ~750 - Europa

## Diffusione della ruota idraulica per molitura (mulino)

- diritto di molitura: il signore feudale ha il diritto esclusivo dei mulini
  - obbligo dei contadini a macinare onerosamente presso il signore
  - pene per molitura clandestina e distruzione di macine a mano
- 
- prova l'importanza economica raggiunta dalla ruota idraulica
  - progressivamente si afferma una concezione di energia meccanica derivata dall'acqua



# 605-610 - Cina

## Idraulica

605: Ponte Zhao Zhou, ad arco ribassato

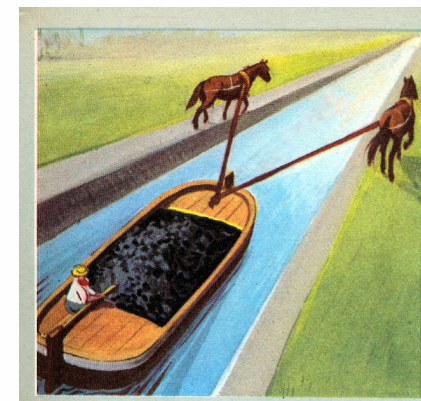
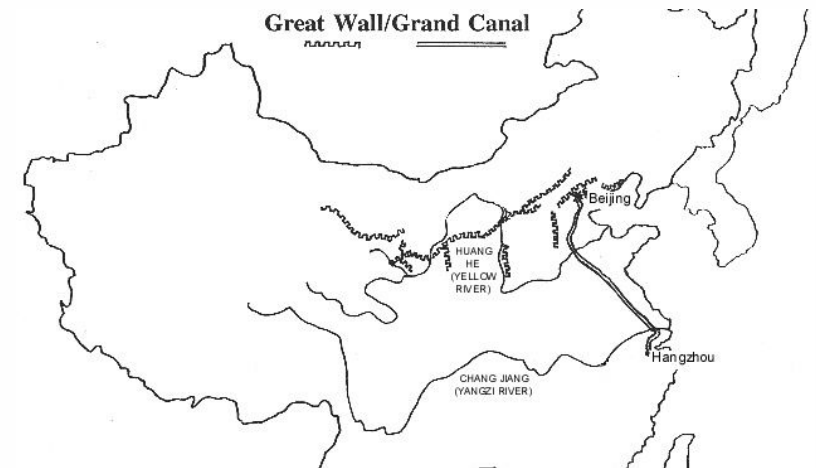


610: Grande Canale

- 960 km per trasportare il grano da Huai e basso Yangtze a Kaifen e Loyang
- VIII secolo (dinastia Tang): oltre 2 milioni di tonnellate annue

trasporto su canale più vantaggioso  
del trasporto stradale

- carichi trainabili da cavalli:
  - soma: 0,1 ton
  - carro: 0,8 - 2 ton (in funzione del fondo stradale)
  - chiatta fluviale: 30 - 50 ton



# 618 - Cina

## Rinascita politico-culturale sotto la dinastia Tang

- Sviluppi in chimica, accolta nella filosofia taoista
- ricerca dell'immortalità con l'elisir
  - anche usando intrugli tossici a base di mercurio, cinabro, arsenico





# 650 - India

**Brahmagupta** (~598-670)

**Zero** e numeri negativi

- numerazione posizionale decimale moderna:
  - ogni posizione vale dieci volte quella precedente
  - lo zero è il segnaposto vuoto
  - dieci simboli bastano per indicare qualsiasi numero, comunque grande
- algebra dei numeri interi:
  - positivi, negativi, zero e loro operazioni
- la sua opera avrà grande influenza sulla matematica araba
  - n.b.: i numeri negativi erano già noti in Cina nel I secolo a.C.

# 665 - America centrale

**Maya** (apogeo tra il 250 e il 950)

- tecniche agrarie ed irrigue evolute
- osservazioni astronomiche
- invenzione dello zero e della notazione posizionale ventesimale (già nel IV secolo d.C.)



# 622 - Arabia

Egira di **Maometto** (~570-632)  
= fuga da la Mecca a Medina

nascita dell'Islam

- Dopo la morte del profeta **Omar I** (? -644) diviene il secondo califfo (vicario del profeta alla guida della nazione islamica = capo spirituale dell'Islam)
- guida la fulminea espansione araba



# 642 - Egitto

Conquista musulmana

## Omar I

- La resa cristiana prevede la libertà personale, delle proprietà e di religione in cambio del pagamento di tributi

Moschea Omayyade a Damasco  
primo grande edificio islamico



# 642 - Alessandria

## Omar I

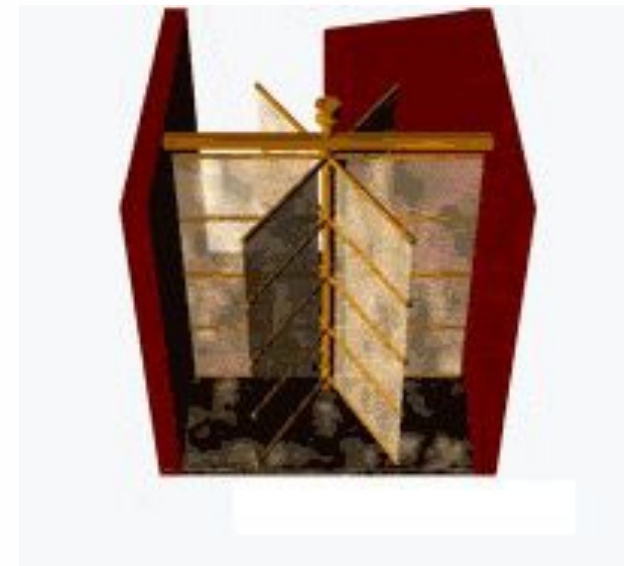
- Incendio e distruzione definitiva della biblioteca forse ad opera dei musulmani di Omar I forse già due secoli prima?  
... la decadenza era già iniziata nel III secolo d.C.
- Dispersione della cultura ellenistico-alessandrina
- Trasferimento di eruditi Alessandrini a Damasco
- Inizia l'assorbimento (parziale) delle conoscenze ellenistiche nella cultura islamica

# 644 - Persia

642: **Omar I** - conquista musulmana dell'impero sasanide

644: **Ruota a vento per mulini**

- fatto incerto, riportato in un documento arabo sulla morte di Omar I del X secolo
- uso certo dal IX secolo
- macina direttamente collegata all'asse verticale, senza meccanismi di trasmissione
- primo sfruttamento dell'energia eolica a fini produttivi
- non primo uso terrestre, avvenuto in Cina nel VI sec con le ruote di preghiera e carro a vela
- e dopo l'organo penumatico di Erone del I sec



# 673 - Costantinopoli

I Bizantini respingono gli arabi Omayyadi (661-750)

- **fuoco greco**

- forse ideato da Callinico di Eliopoli
- La composizione, tenuta segreta, è andata perduta
  - probabilmente fatto con nafta, zolfo, salnitro, calce viva
  - lanciato in pressione per mezzo di **sifoni**, rimane acceso anche in acqua



- Semina il disastro nella flotta mussulmana
- Primo arresto dell'espansione islamica in Europa

# 711- Costantinopoli

## 732 - Tours-Poitiér

711: Spagna

- i musulmani Omayyadi conquistano la Spagna

717: Costantinopoli

- i Bizantini respingono di nuovo gli arabi Omayyadi
  - ancora grazie al fuoco greco

732: Tours-Poitiér

- i Franchi di Carlo “Martello” sconfiggono gli arabi
- dopo un periodo di controllo su Provenza e Borgogna (735-737), sostanziale arresto dell’espansione arabo-musulmana in Europa





# 751 - Asia centrale

## Asia centrale

- Gli Arabi Abbasidi (subentrati agli Omayyadi) sconfiggono i Cinesi Tang nella battaglia del Talas (attuale Kyrgyzstan)
- Prigionieri-schiavi cinesi introducono nel mondo islamico due segreti cinesi:
  - **Carta** (inventata nel 105), introdotta a Samarcanda, poi diffusa a Baghdad (794), Damasco e in tutto l'Islam
  - **Tessitura della seta**
- Vengono poi introdotti nel mondo arabo anche:
  - **Timone di poppa** inventato in Cina nel I sec. D.C.
  - **Zucchero** la canna è coltivata in Persia dai tempi di Dario
  - e altri prodotti alimentari

# Ancora schiavitù

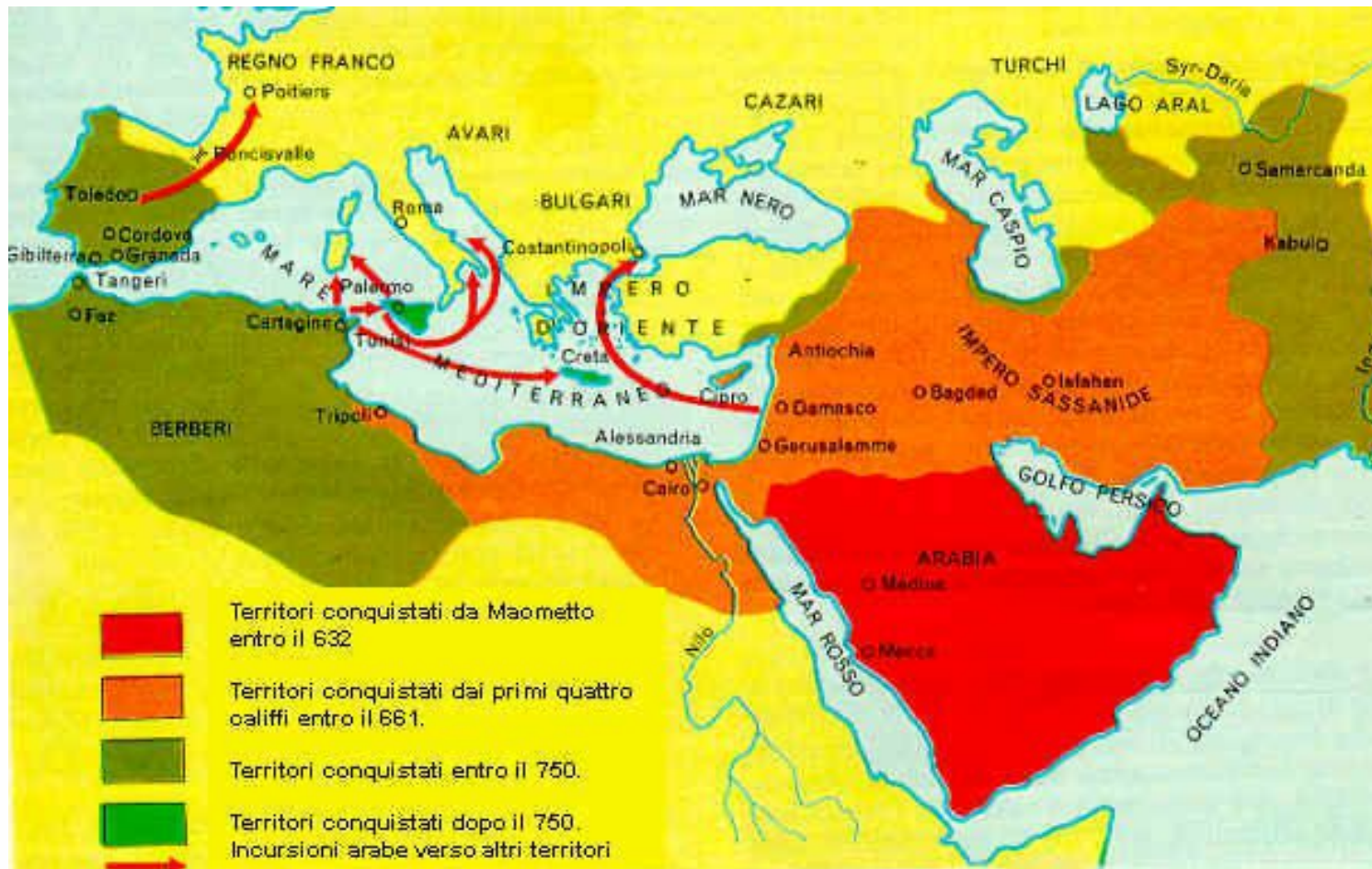
La pratica della schiavitù tra gli arabi non deve sorprendere. Trattandosi di una risorsa energetica difficilmente sostituibile, rimane ampiamente praticata ben oltre il Medio Evo.

- nell'Europa mediterranea le incursioni saracene fanno a lungo incetta di schiavi: ancora nel 1544 i saraceni di Khair ad-Din deportano in schiavitù la popolazione dell'isola del Giglio
- D'altronde la pratica della schiavitù è consentita a lungo anche nel mondo cristiano, nonostante i tentativi di ispirazione religiosa di abolirla
- Nei secoli XVIII e XIX la schiavitù è la risorsa energetica indispensabile alla prosperità delle piantagioni di cotone sia in Nord America che in America Latina
- Verso la metà del XVIII secolo tra 60.000 e 80.000 schiavi africani sono deportati ogni anno nelle Americhe
- Nei Khanati dell'Asia centrale la schiavitù è praticata intensamente ancora nel XIX secolo
- Tutto ciò ha una ragione tecnica: fino a quando non sono disponibili risorse meccaniche artificiali, il lavoro muscolare rimane una fonte energetica molto importante

# 830 - Islam

Massima espansione mussulmana degli Abbasidi di Baghdad

- dominio arabo della Sicilia (827-1091)



# 830 - Arabia Abbaside

Massima espansione mussulmana degli Abbasidi di Baghdad

- Poderoso sviluppo di commerci e navigazione



palazzo abbaside a Baghdad

# Cultura Abbaside

Califfi Abbasidi di Baghdad:

- al-Mansur, al-Rashid, al-Mamun
- mecenatismo: sostegno a arti, conoscenze, cultura
- Baghdad diviene la nuova Alessandria
- ~ 800: Fondazione della *Bayt al-Hikma* (Casa della Sapienza)
  - nuovo centro di cultura scientifica e tecnica
- prima grande biblioteca dopo quelle di Alessandria e Pergamo in Medio Oriente

# Recupero della cultura classica

## Prosecuzione della tradizione ellenistica

- Scuola di **Hunayn Ibn Ishaq** (808-873) alla *Bayt al-Hikma*
- recupero e traduzione fedele (quasi maniacale) in arabo delle opere scientifiche e filosofiche dei classici greci
- anche attraverso traduzioni intermedie siriane nestoriane, basate su principi di assoluta fedeltà ai testi originali, che così vengono recuperati:
  - Tolomeo (Almagesto),
  - Aristotele (opere esoteriche)
  - Euclide (Elementi),
  - ...
  - Quest'opera di traduzione ha permesso a molti fondamentali contributi della scienza greca ed ellenistica di arrivare fino a noi

# Cultura Abbaside

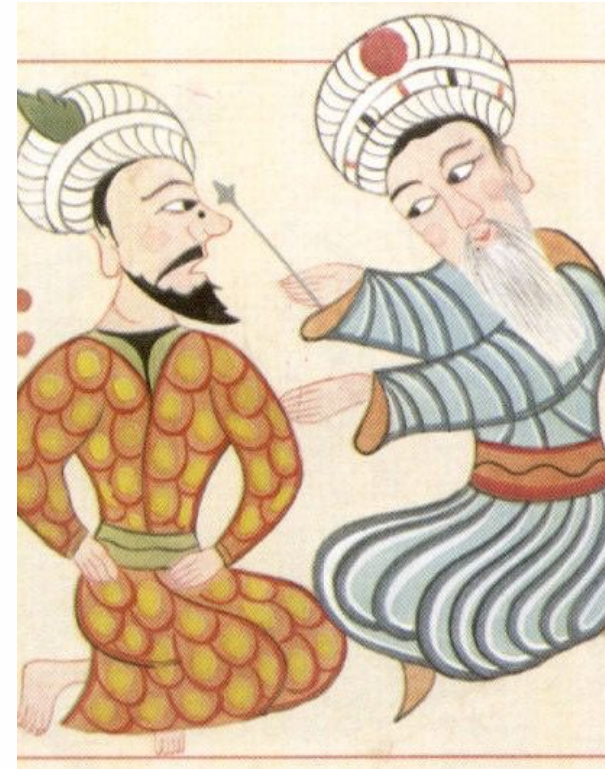
## Istituzioni scientifiche-culturali

859: prima medrassa a Fez, in Marocco

- medrasse  $\simeq$  università
  - Scuole di alta formazione religioso-scientifica, gratuite, meritocratiche e altamente selettive con erogazione di **titoli scientifici (laurea)**

979: ospedali pubblici

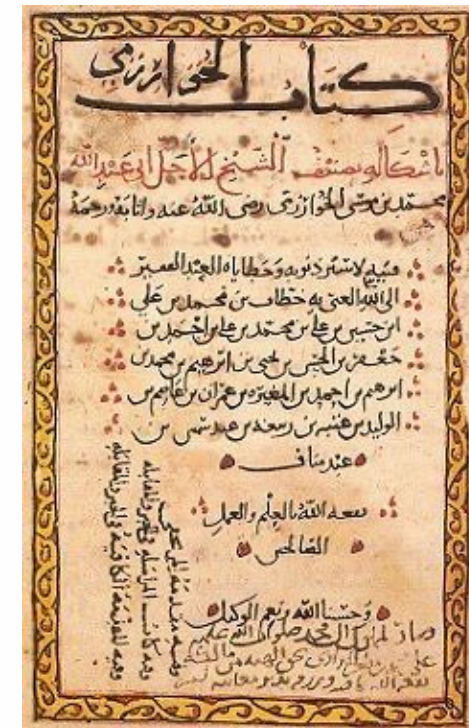
- Al-Bimartstan al-Adudi di Baghdad con 24 medici, il più grande e avanzato esistente, ove sono curati gratuitamente malati di ogni razza e religione
- Ospedali psichiatrici
- Librerie pubbliche che prestano i libri (ancora carissimi)
- Osservatori astronomici



# Progressi scientifici

Graduale spostamento del baricentro della cultura islamica nella zona dell'Asia centrale ove si incrociano le rotte della via della seta (Persia, Corasmia, Sogdiana...)

- sviluppo straordinario di scienza e tecnologia dalla sintesi delle conoscenze ellenistiche, indiane e cinesi
- medicina - tecniche mediche
  - ingessatura per l'immobilizzazione delle fratture, protocolli igienici, tecniche chirurgiche, farmaci, ago ipodermico, ....





# Chimica Abbaside

Chimica (alchimia, da *al-kimiya*)

- **Jabir ibn Hayyan (Geber, Iraq 720-815)**
- **al-Razi (Razes, Persia 866-935)**
- **Ibn-Sina (Avicenna, Corasmia 980-1037)**  
scienziato universale e massimo medico  
medioevale, insuperato fino al XVII secolo
- e altri
  
- Nuovi procedimenti:
  - Distillazione a secco, distillazione a vapore:  
→ produzione di sostanze completamente pure
  - Calcinazione, cerazione, sublimazione, filtraggio, ...
- Nuovi strumenti tecnici:
  - Alambicco (al-'inbiq), distillatore, storta, termometri



# Chimica Abbaside

## Progressi in chimica (alchimia)

- osservazioni rigorose
- produzione di nuovi composti:
  - alcali: soda (carbonato di sodio), potassa (carbonato di potassio, per lisciviazione delle ceneri di piante marine e terrestri) nitrato di potassio
  - acidi vegetali: acetico, citrico, tartarico
  - acidi minerali: olio di vetriolo (solforico), nitrico, cloridrico
  - sali: vetriolo blu, vetriolo verde, allume, salnitro, sale ammoniaco (noti in Cina ed India)
  - etanolo
  - catrame, kerosene, nafta dal petrolio, acqua regia
  - sostanze medicali, sapone ...
  - acqua purificata

# Alchimia Abbaside

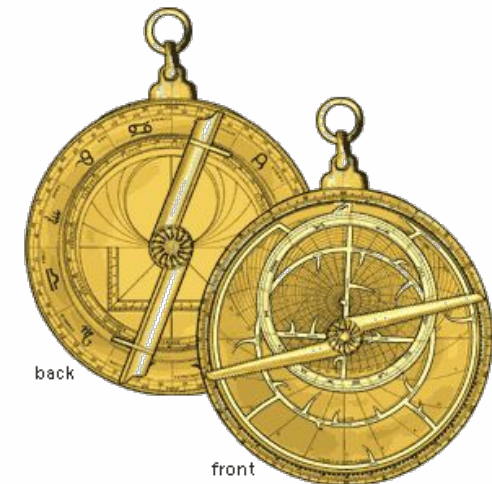
## Chimica (alchimia)

- ...
- e ricerche magico-esoteriche:
  - ricerca della trasmutazione dei metalli in oro, utilizzando in particolare mercurio e zolfo e poi anche sale
  - e a tale scopo sarebbe dovuta servire una fantastica materia: la pietra filosofale, elisir (capace anche di donare l'immortalità - l'elisir è cercato anche dagli alchimisti cinesi)

# Matematica Abbaside

## Matematica, scienza e tecnica

- **al-Fazari** (Persia, m 796)
  - astronomia, adozione della numerazione decimale posizionale indiana (prima immissione nel mondo islamico)
  - astrolabio perfezionato in bronzo
    - (noto dal II secolo a.C.), uso generalizzato in astronomia, astrologia, navigazione, misura del tempo, ....



- l'altezza della stella polare rivela la latitudine dell'osservatore, da questa e dalla posizione del sole e delle stelle si ricava l'ora del giorno o della notte

# Matematica Abbaside

Matematica, scienza e tecnica

- **al-Khwarizmi** (Sogdiana e Iraq, 750-850)
  - traduzione delle opere matematiche classiche, uso della numerazione decimale posizionale indiana, invenzione dell'algebra (al-jabr), algoritmi di calcolo
  - soluzione sistematica di sistemi lineari ed equazioni di secondo grado
  - trigonometria, astronomia, astrologia, geografia
  - astrolabi, quadranti, quadrante universale (quadrans vetus), strumenti trigonometrici, tavole matematiche, ...
- **al-Battani** (Turchia, 868-929)
  - astronomia, trigonometria

# Matematica Abbaside

Matematica, scienza e tecnica

- **ibn al-Haytham** (Persia, 965-1039)
  - sostenitore del metodo sperimentale, pioniere di nuove concezioni in **ottica**, meccanica, matematica analitica
  - **ottica applicata**: molatura di lenti, camera oscura a foro
- **al-Biruni** (Corasmia, 973-1048)
  - erudito enciclopedico, uno dei massimi di ogni tempo, sostenitore del metodo sperimentale, astronomo (concezione eliocentrica, calcolo della distanza terra-luna con un errore di 20 km), tecnico
  - tecnica applicata alla ricerca scientifica: costruisce molti strumenti
  - atlanti stellari, astrario meccanico
- **Omar Ḥayyām** (Persia, 1048-1131)
  - matematico, astronomo, filosofo e poeta
  - risolve un tipo di equazione di terzo grado, propone un calendario molto preciso
  - canta anche i piaceri della vita, del vino e della carne

# Metallurgia abbaside

~800: Acciaio damascato

- derivato dall'acciaio indiano wootz
- estremamente resistente e flessibile,
- utilizzato per la produzione di spade di qualità eccellente
  
- Usate dai guerrieri arabi, sono legendarie tra i cavalieri crociati loro avversari
  
- La tecnica di produzione viene tenuta rigorosamente segreta e scompare verso il 1700



# Metallurgia abbaside

## Acciaio damascato

- Assorbimento selettivo di carbonio soprattutto nei bordi (filo), mentre l'interno rimane più tenero e flessibile
- Presenta tipiche figure superficiali (damaschi)
  - Analisi metallografiche indicano che il loro segreto sta anche nella qualità del minerale, proveniente dall'India meridionale, che contiene impurità quali molibdeno e vanadio capaci di conferire elevate qualità
- Con l'esaurirsi di quelle miniere, verso il 1770, i minerali ferrosi sarebbero stati sostituiti con altri, che fornivano acciaio di qualità inferiore e così la complessa tecnica di lavorazione sarebbe stata gradualmente abbandonata e dimenticata

J.D. Verhoeven, Material Science and Engineering Dept - Iowa State University



# ~850 - Metallurgia spagnola

## Forgia “catalana”

- tecnica di derivazione moresca (introdotta in Spagna dai Mori), poi diffusa in Europa latina
- ricorre a mantici per ventilare efficacemente aria sul metallo semifuso (al posto del tiraggio naturale)
- permette di ottenere ferro, ghisa e acciaio per semplice battitura in quantità nettamente superiore che con la tecnica a pacchetto, che cade in disuso

# IX-X sec. – Tecnica abbaside

## Ruota idraulica

dall'800: diffusione della ruota idraulica per macina di cereali

X secolo: gli impianti di Baghdad producono 10 ton di farina al giorno

IX-X secolo: impieghi diversificati delle ruote idrauliche:

molitura delle olive, triturazione delle canna da zucchero, ...

follatura di tessuti, pulatura del riso, macinazione di minerali, tritatura di fibre cartacee, segatura, forgiatura, ...

... e tipologie diversificate a secondo della fonte idrica

- mulino da ponte,
- mulino da barca,
- mulino a marea, ...

# IX-X sec. Tecnica Abbaside

Gestione delle risorse idriche:

- Dighe e canali di adduzione
  - X secolo: diga di Adud, sul Kur – Persia

Proto-turbina ad acqua: ruota con pale ricurve, più efficienti di quelle piane

Prima civiltà ad usare su grande scala l'energia idrica

# Cultura Islamica Abbaside

## Navigazione

- imbarcazioni evolute a tre alberi
- cartografia nautica

## Progressi tecnici in altri contesti

- stampa con masselli di pietra e metallo
- XI secolo: filatoio a ruota in sostituzione del fuso (più veloce)
- ventilatori (al Cairo)
- meccanica ludica: automi raffinati e preziosi per i Califfi

# 711-1100 - Spagna islamica

Diviene uno dei centri culturali più avanzati della cultura islamica, da dove conoscenze scientifiche e tecniche diffonderanno in Europa  
maggiori esponenti della cultura moresca in Spagna:

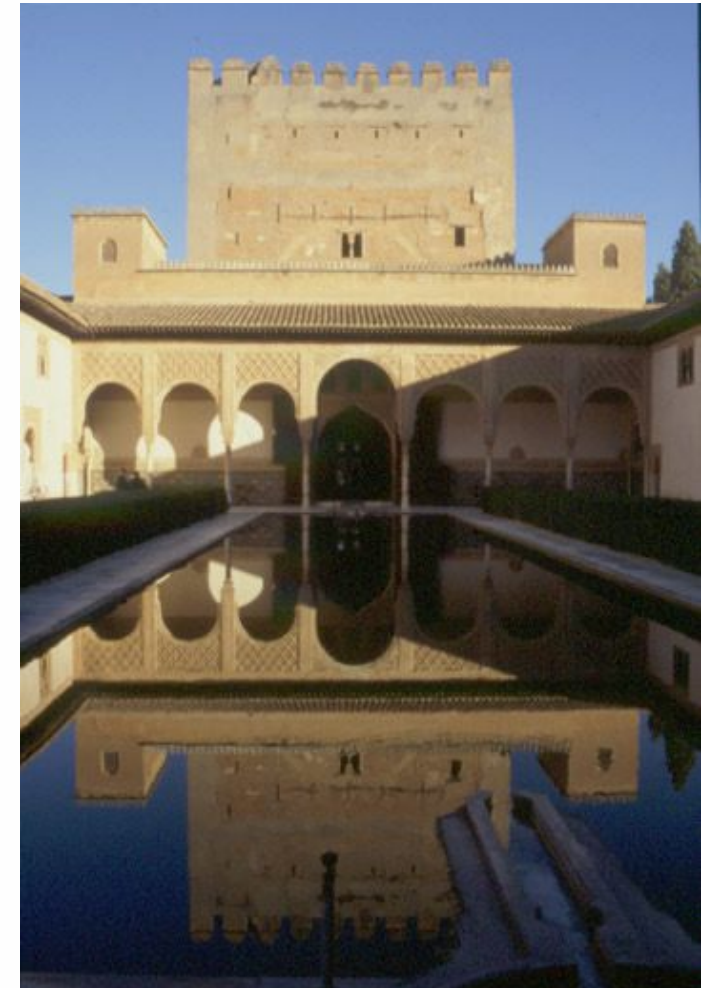
- **Ibn Firnas (Firman, 810-887)**
  - volo con paracadute e aliante primitivi (852, atterraggio rovinoso), orologio ad acqua, simulatore meteorologico, vetro ottico, ....
- **al-Zarqali (Arzachel, 1028-1087)**
  - massimo scienziato del suo tempo: matematico, astronomo, costruttore di strumenti
- **Al-Muradi (11° secolo)**
  - orologio meccanico con ingranaggi epicicloidali
  - orologi azionati da pesi e con dispositivi di scappamento
- **Ibn Bassal (11° secolo)**
  - volano, per regolarizzare il moto circolare

# 711-1200 - Spagna Islamica

## Cordoba

- (prima) illuminazione pubblica
- primo sistema di raccolta dei rifiuti
- biblioteca con 500.000 volumi
- splendidi edifici
  
- uso delle ruote idrauliche ed a vento con vari impieghi
  
- **Ibn-Rashud (Averroé, 1126-1198)**
  - filosofo, medico, matematico  
il maggiore erudito del suo tempo

Alambra di Granada



# 790 - Europa centrale

## Primi segni di risveglio europeo

### Espansione del regno franco di Carlo Magno (*Regno Carolingio*)

- Supremazia militare basata sulla cavalleria e fattori tecnologici
  - staffe (introdotte ~750) e ferratura (diffusa ~760) rivoluzionano l'importanza della cavalleria
  - il cavaliere ha le mani libere per brandire e lanciare armi

I Franchi avevano invaso la Gallia nel 481 e si erano convertiti al cristianesimo nel 479, creando il primo grande regno barbaro

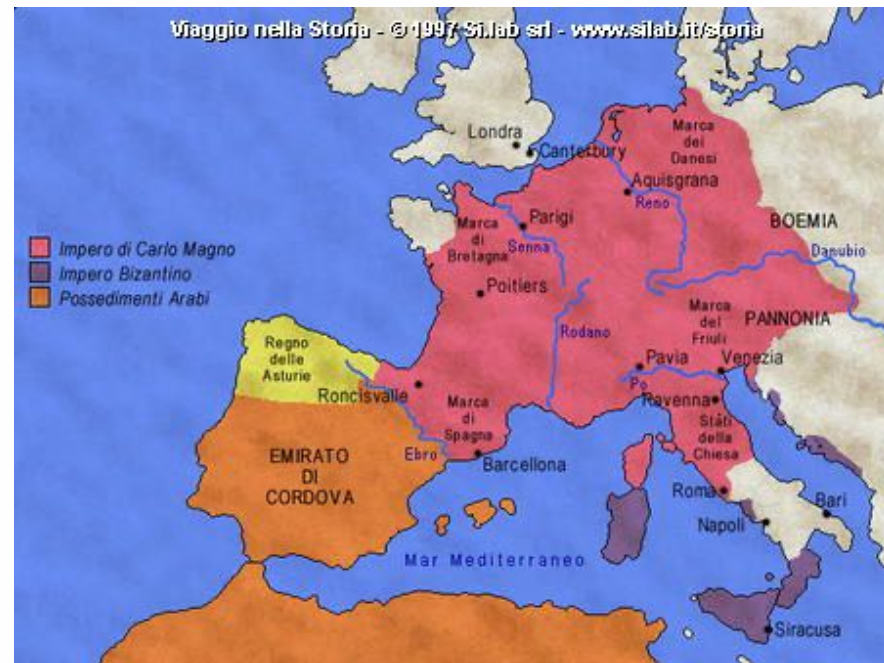


# 800 - Europa centrale

Proclamazione papale dell'*Impero Carolingio* di **Carlo Magno**  
(poi chiamato *Sacro Romano Impero*)

- alleanza tra regno carolingio e papato (contro i regni barbari minori e Bisanzio, che rivendica priorità sulla chiesa romana)
- consacrazione religiosa del potere temporale del re

L'investitura papale sancisce  
l'origine divina del potere regale  
(principio europeo millenario)



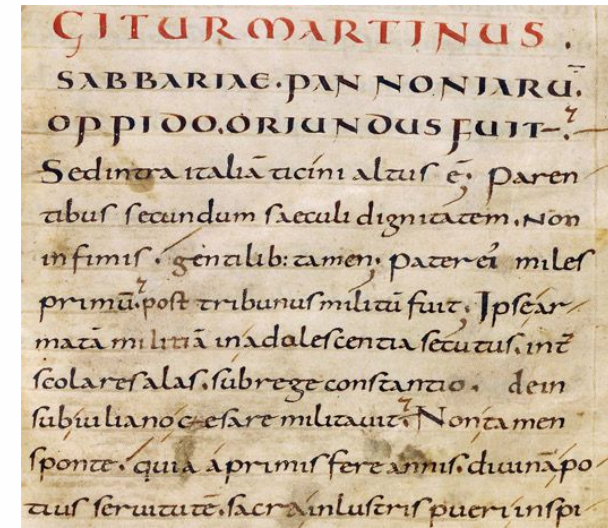


# 800 - Europa centrale

## *Impero carolingio*

### **Carlo Magno**

- Recupero dei valori romani
  - sistema giuridico (che era stato abbandonato dai barbari)
  - lingua e alfabeto latini, lingua della Chiesa
  - introduzione di regole tipografiche moderne (punteggiatura, ....)
  - potere e prestigio dell'Impero Carolingio li fanno diffondere in Europa  
→ patrimonio culturale comune europeo
  - il greco, lingua colta dei Romani e lingua dell'Impero Bizantino, viene dimenticato in Europa centro-occidentale
- L'omologazione culturale nell'Europa centro-occidentale, indotta dall'Impero Carolingio, è il fondamento della diffusione della cultura tedesca (oltre che latina) e dei processi di osmosi culturale (anche scientifica e tecnica) che avvengono nei secoli successivi



# ~900-1070 - Europa

## Vichinghi

793: prime scorrerie

Insedimenti stabili:

911: Francia

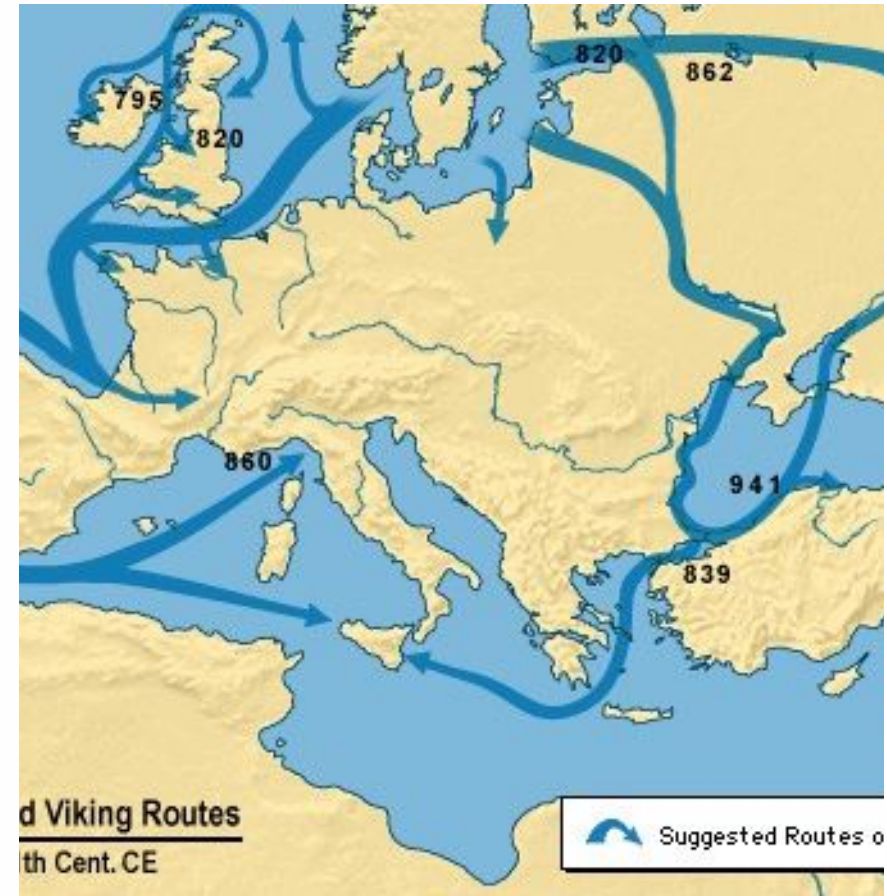
(sconfiggendo i Franchi)

1016-1061: Italia meridionale e Sicilia

(cacciando gli Arabi)

1066: Isole britanniche

(sconfiggendo gli Anglo-Sassoni)



# ~900-1070 - Europa

## Tecnologia vichinga

- tecnologia militare molto avanzata per l'Europa
- spade vichinghe e cotta in anelli di acciaio

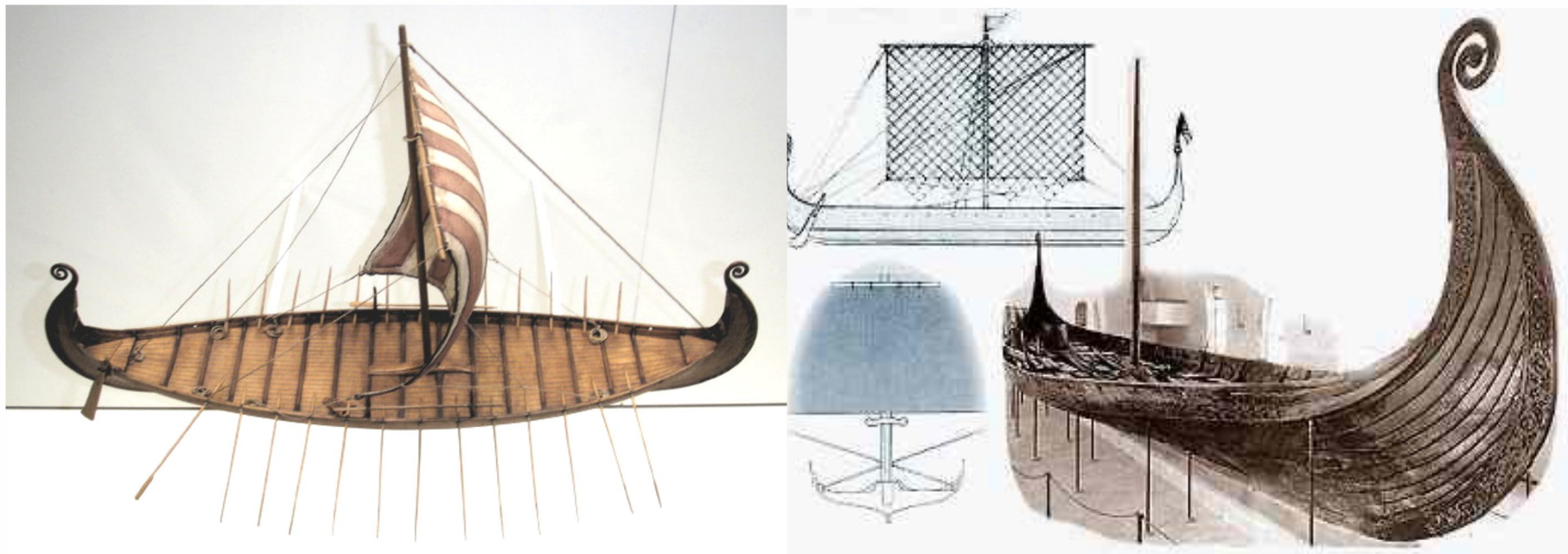


# ~800 - Scandinavia

## Tecnologia vichinga

Lunghe navi, drakkar: navi idonee a navigazione in mare aperto e fluviale

- robuste e ben calafatate
- navigano anche in acque molto basse (1 metro)
- ideali per raggiungere i villaggi e le città fluviali da saccheggiare



Deutsche Museum - Monaco

# ~900-1070 - Europa

## Vichinghi

- le loro conquiste costituiscono un altro fattore di amalgamazione culturale europea
- graduale trasformazione da barbari a custodi di una cultura raffinata: Normanni dell'Italia meridionale
- senza rinunciare alla vocazione militare



# ~1000 - Navigazioni oceaniche

## Nord America

982: insediamenti vichinghi  
colonie in Groenlandia e Canada



# ~1000 - Navigazioni oceaniche

## Polinesia

- Completamento della colonizzazione delle isole e degli atolli della Polinesia orientale
- Tappe precedenti
  - 1600 a.C.: primi atolli polinesiani
  - 1000 a.C.: Tonga e Samoa
  - 100 a.C.: Tahiti
  - 1000 d.C.: Rapa Nui (Isola di Pasqua)



Deutsche Museum - Monaco

# ~800 - Africa

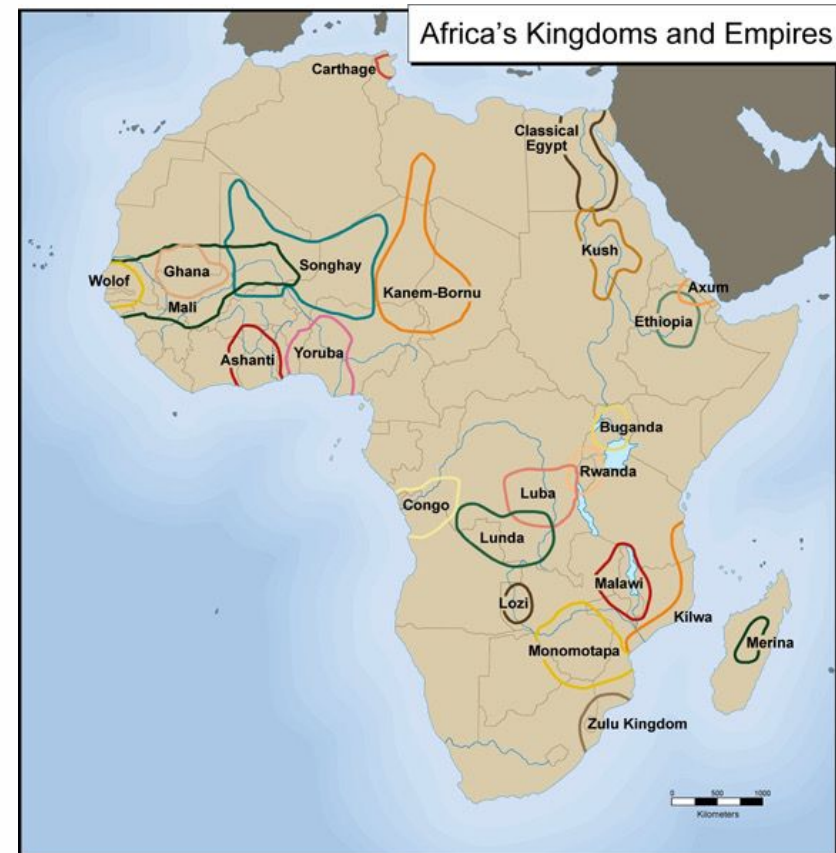
## Regni africani

### Espansione del regno del **Ghana**

- primo dei grandi regni sub-sahariani

### attività con implicazioni tecnologiche:

- agricole
- metallurgiche (ferro, oro)
- mercantili





# 802 – Asia - Cambogia

## Affermazione del regno **Khmer** (fino al XIII secolo)

- maggiore regno del sud-est asiatico
- sofisticato controllo delle risorse idriche, rete di canali artificiali molto complessa per irrigazione e trasporti
- giganteschi complessi monumentali (Angkor Wat) con edifici alti 65 metri eretti in zone acquitrinose (risolvendo difficili problemi nelle fondamenta)

~1430: crollo in seguito a conflitti, ma anche alla crisi economico-alimentare indotta dall'eccessivo sfruttamento delle risorse agrarie e della deforestazione



# ~970 - America Centrale

Apogeo delle civiltà mesoamericane dei **Tolteci** e dei **Maya**

- astronomia
- piramidi-tempio
  - simili agli Ziggurat



Crollo

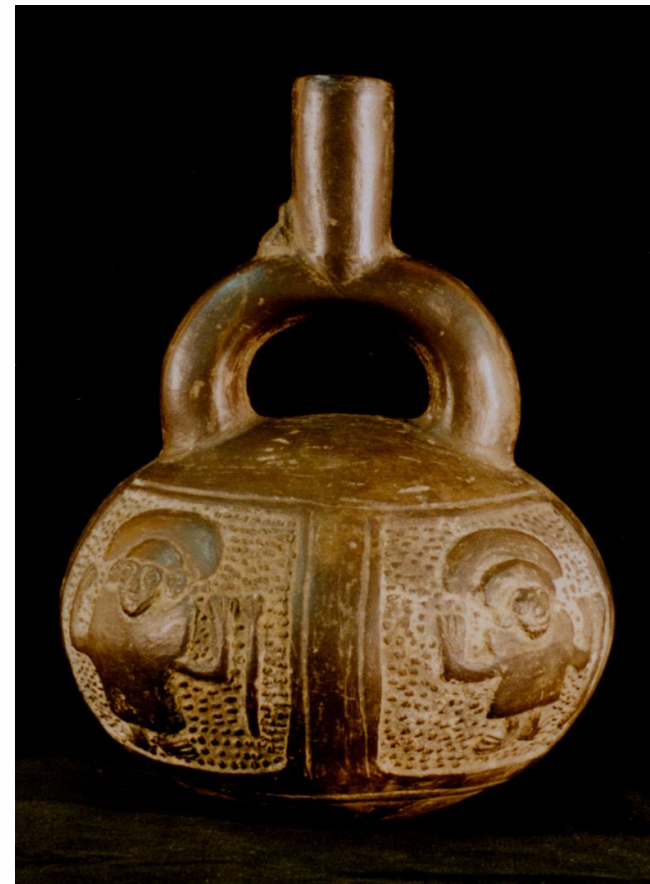
- Probabilmente in seguito a siccità, eccessivo sfruttamento delle risorse agrarie, epidemie, ...

# ~970 - America Meridionale

Perù costiero

affermazione della civiltà **Chimú**

- Agricoltura intensiva
- Sistemi di irrigazione
- Ceramica a stampo  
(la ruota non è nota)



# ~970 - America Meridionale

## Civiltà Chimú

- Rame e metalli preziosi
- Bronzo all'arsenico
- Usi rituali e domestici
- Negli usi rituali o gerarchici l'aspetto e il colore avevano importanza
- Rivestimenti metallici: mediante immersione di oggetti metallici in soluzioni di sali, nitrati o potassa, contenenti oro e argento – produce una specie di elettroplaccatura



# ~720-750 - Cina

## 723-725 Scappamento

- Meccanismo che, applicando un movimento oscillatorio ad un moto rotatorio continuo, rallentandolo e regolandone la potenza fornita
- Realizzato dallo scienziato e monaco buddista **Yi Xing**

## ~ 750 Porcellana

- Ceramica di qualità superiore
- ottenuta con caolino e feldspato sapientemente dosati e amalgamati
- Rimane per secoli un “segreto industriale” cinese
  - anche se si tratta di un prodotto voluttuario, testimonia il livello cinese nella “tecnologia dei materiali”



# ~850-1044 - Cina

~850: Polvere da sparo

- un libro di alchimisti taoisti riporta formule di misture “troppo pericolose per venire usate come elisir”
- usata inizialmente per fini spettacolari e celebrativi, non bellici (potenza esplosiva limitata)

904: primo uso bellico come sostanza incendiaria

1044: prime formule (27-50% di nitrato) - uso bellico documentato per il lancio di granate esplosive a mezzo di catapulte



Prima rappresentazione di armi da fuoco, X secolo

# 868-960 - Cina

868: Primo libro a stampa realizzato con la xilografia

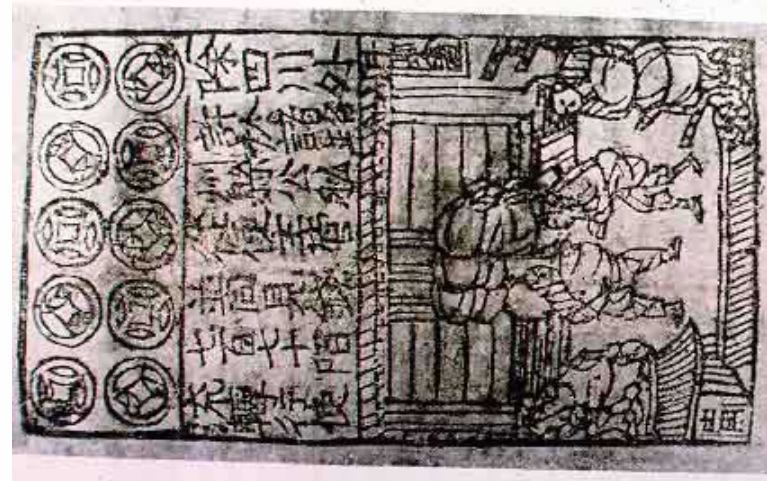
- Nei 3 secoli successivi sono stampati molti altri libri
- producendo una grande fioritura culturale



960: Cartamoneta (banconote)

Per fare fronte alla carenza di metallo prezioso per monete

- forte fabbisogno di denaro richiesto dall'espansione economica e commerciale in seguito alla quarta unificazione sotto la dinastia Song



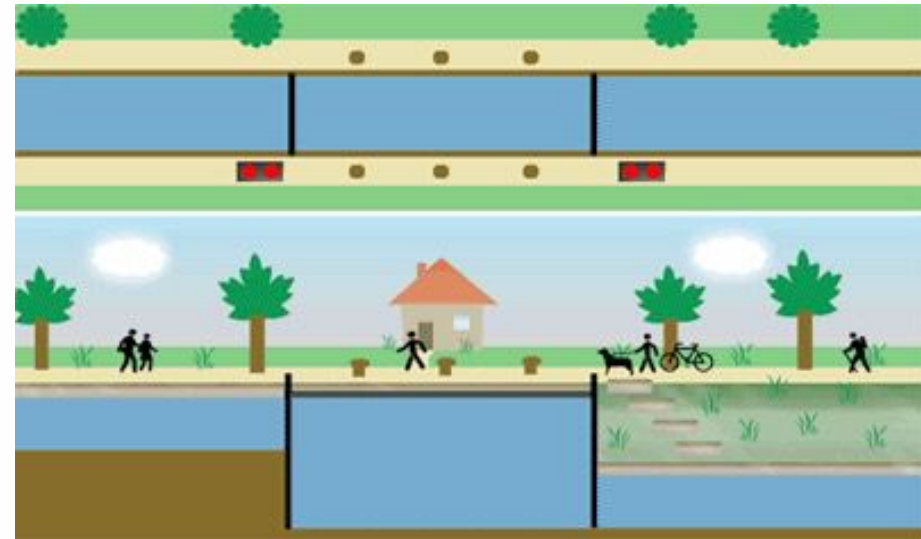
# 984 - Cina

Prima conca per navigazione

permette il passaggio tra due tratti di canale con livelli d'acqua diversi

## Ch'iao Wei-Yo

- Lungo il Grande Canale del 610
- Due paratoie ad un solo elemento distanti 75 metri
- Importanza fondamentale per il trasporto fluviale



- Rappresentazione del principio di funzionamento



# 1041 - Cina

1041: Stampa a caratteri mobili in ceramica

## Bi Sheng

- Fragili e poco pratici, a causa del grande numero di caratteri ideografici cinesi



XI secolo:

Filatoio a ruota in sostituzione del fuso (più veloce)

# 1040-1088 - Cina

~1040: diffusione del mulino a vento

Noto in Persia almeno dal IX secolo

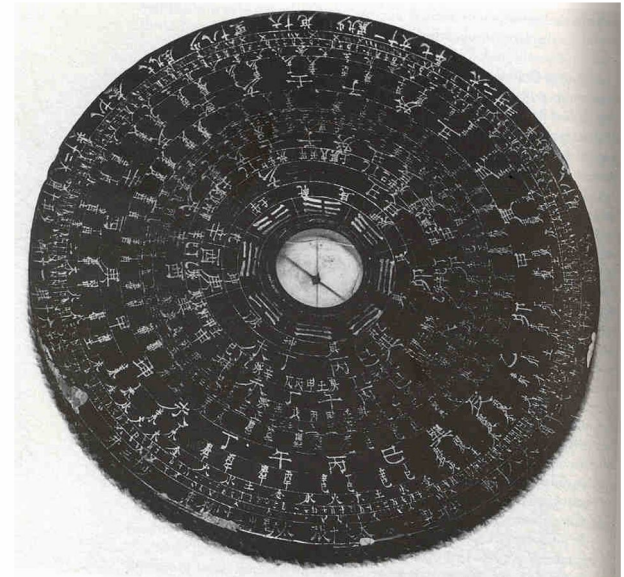
1040: Perfezionamento della bussola

Descritta nel trattato Wujing Songyao

- Ago di ferro magnetizzato a caldo (ed adeguatamente leggero) posto su un galleggiante o sospeso con un filo

1088: **Shen Kuo**

Ne codifica l'uso per navigazione e cartografia



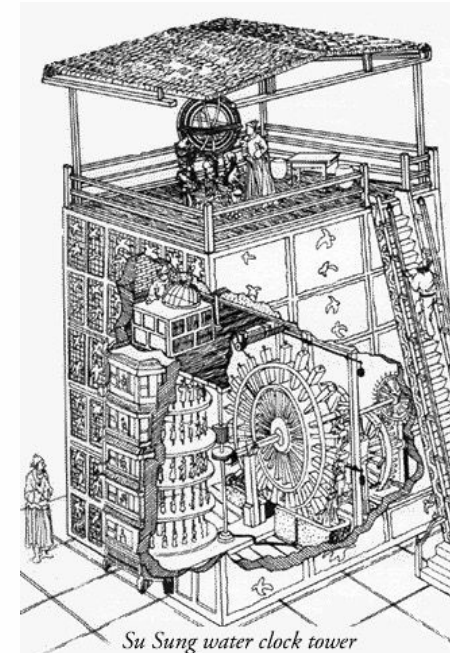
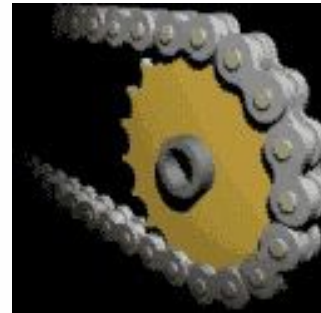
# 1088 - Cina

## Su Song (1020-1101)

- scienziato universale, ingegnere, cartografo, statista e ambasciatore

## Orologio meccanico

- 6 anni di lavoro
- collocato in una torre di 10 metri
- segna le ore ed i movimenti delle stelle
- dotato di figurini mobili che escono da porte
- mosso da una ruota idraulica ad avanzamento intermittente, usa:
- trasmissione a catena
- scappamento sofisticato dispositivo ad intermittenza che rallenta e regolarizza il moto (ideato nel 723-5)



# 1088 - Cina

## Su Song (1020-1101)

- Altre opere:
  - Proiezione cartografica “di Mercatore”, atlanti stellari, trattati di botanica, mineralogia, zoologia, farmacologia, ....
- La Cina è (con il mondo arabo) la nazione di gran lunga più progredita del mondo  
Lo testimoniano tantissime invenzioni pratiche basate su studi empirici
- Non sviluppa in modo analogo la scienza teorica e la sua tecnologia non evolve in una rivoluzione industriale cinese

# 1054 - Europa

## Scisma d'oriente

- Separazione tra papato (chiesa cattolica romana) e chiesa ortodossa di Costantinopoli
  - esito del contrasto secolare avviato con l'Impero Carolingio
  - contribuisce ad allontanare Europa orientale ed occidentale



# ~1000 – Europa centro-occidentale

Situazione culturale e tecnica: conoscenze molto arretrate rispetto a quelle medio-orientali (bizantino-islamiche)

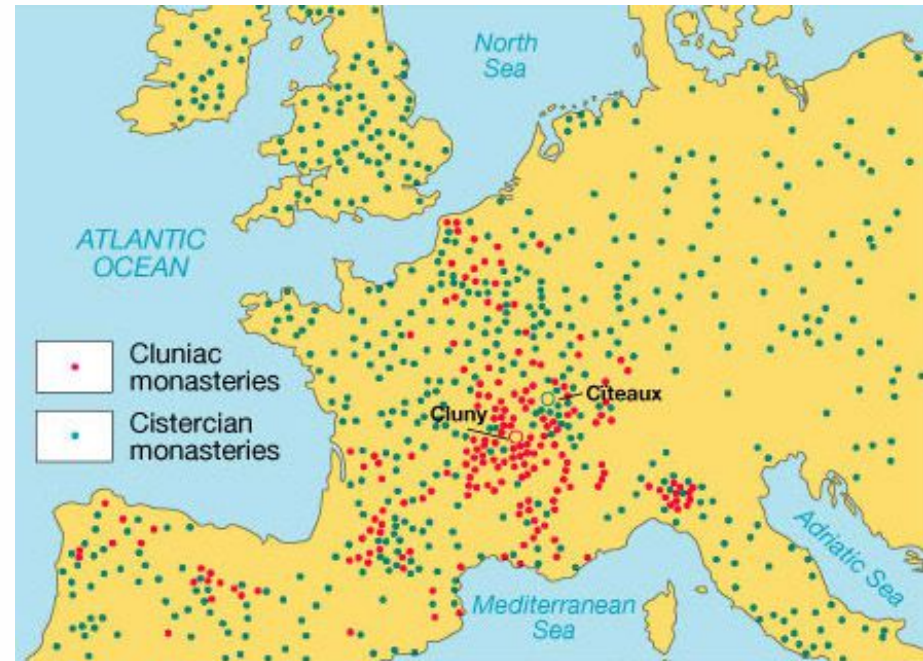
## Monasteri latini


unici centri culturali

autonomi dai poteri locali

- gli ordini monastici sono sottoposti spesso direttamente all'autorità del papato (e non ai feudatari-vescovi)

Diffusione dei monasteri nel XII secolo



 Cluniac and Cistercian Monasteries

# ~1000 - Cultura scientifica e religione

Risveglio culturale: i primi filosofi naturali (scienziati) europei sono religiosi

- Per secoli solo la Chiesa custodisce i libri e le conoscenze
- Chi vuole dedicarsi allo studio è costretto a seguire la vita religiosa

- Anche in un'ottica laica, lo sviluppo della cultura europea ha radici cristiane



# ~1000 – Spagna - Sicilia

Inizia l'assorbimento della cultura greca e islamica

- Studiosi-religiosi cristiani che soggiornano nella Spagna moresca e nella Sicilia saracena, traducono dall'arabo in latino le opere scientifiche (matematica, astronomia, chimica, medicina, ....) di autori classici greci e musulmani
- Operazione che si sviluppa dalla fine del X secolo fino al XIII secolo:
  - Gerbert d'Aurillac (ca. 955-1003), in Spagna alla fine del X secolo
  - Robert da Chester, a Barcellona tra il 1142 e il 1150
  - Gherardo da Cremona (1114-1187), a Toledo dal 1145, traduce 70 opere dall'arabo al latino
  - ... e molti altri

importanza fondamentale nella rinascita scientifica in Europa,  
anche con interessi tecnici

~1100: Eilmer of Malmesbury (monaco benedettino)

tentativo di volo con ali posticce, come nel caso di Ibn Firnas a Cordoba nel 852,  
analogo atterraggio rovinoso



# ~1000 – Francia e Italia

Diversificazione della ruota idraulica e dello sfruttamento dell'energia idrica

metà del IX secolo: monasteri della Piccardia usano ruote idrauliche per preparare il malto usato nella birra

specialmente in Italia:

983: follatura dei tessuti (sul Serchio-Toscana)

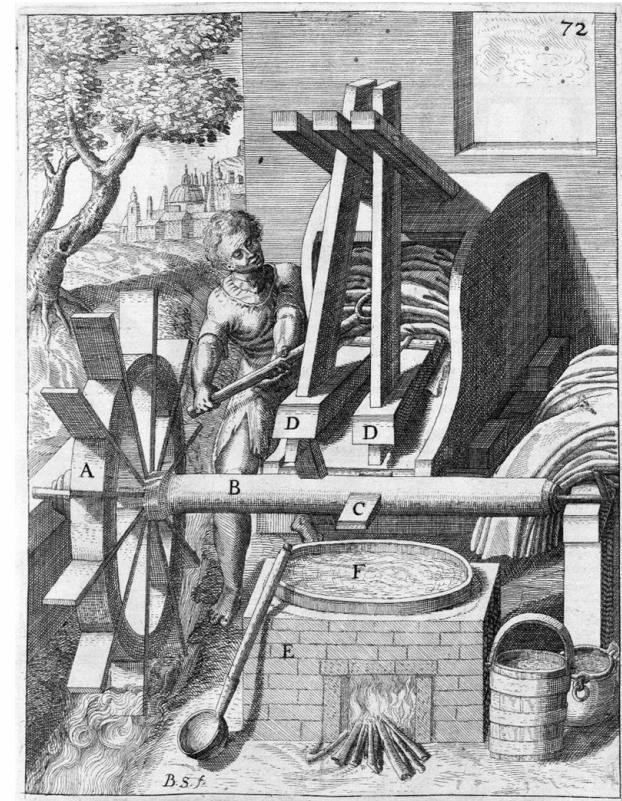
~1000: per pestatura di coloranti tessili  
(guado, corteccia) mediante alberi a camme

1008: macina e follatura (Milano)

~1050: frantoi

1095: azionamento norie (pompe)

**atteggiamento fortemente innovativo  
verso le fonti di energia inanimate**

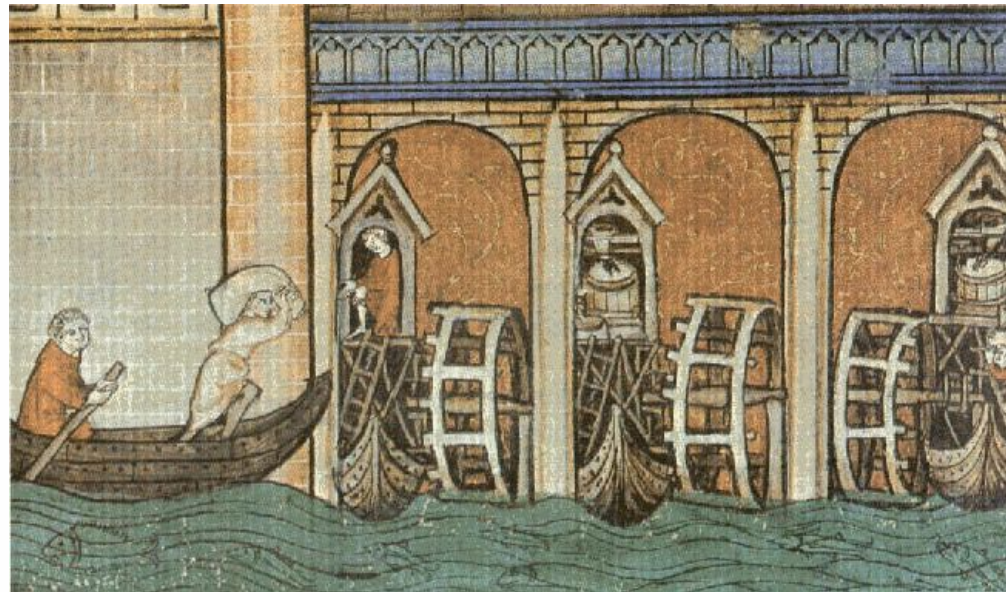


Ruota per di sotto per follatura  
Theatrum Machinarum Novum  
Georg Andreas Böckler, 1661

# ~1100-1400 - Europa

Diversificazione della ruota idraulica e dello sfruttamento dell'energia idrica

- 1135 lavorazione del ferro
- 1138 macina del malto
- 1168 follatura dei tessuti, frantoi
- 1204 seghe per falegnameria
- 1217 concia di pelli
- 1257 molatura di coltelli
- 1276 lavorazione della carta
- 1347 torni da falegname
- 1367 frantumazione di pigmenti
- 1376 taglio assi
- ...



Mulini galleggianti, con ruota idraulica tenuta sempre ad altezza ottimale sul livello dell'acqua

# ~1250 - Europa

Ruota idraulica in metallurgia  
azionamento di mantici (2 per forno)

- azionamento del maglio



Schwazer Bergbuch, Münchner Exemplar (Kat.-Nr. 4b)

- tendenza a concentrare le attività produttive in prossimità delle risorse idriche

# ~1150-1250 - Nord Europa

Diffusione della ruota idraulica  
in territori sempre più remoti

~1150 Scandinavia

~1200 Polonia e Islanda

~1250 Russia (sul fiume Oder)



# 1220 - Europa

Aumentata importanza dei corsi d'acqua

Saracinesca idraulica per canali

- Controllo delle risorse energetiche idriche
- Controllo della navigazione fluviale
- Controllo a fine agricolo (irrigazione) e industriale (ruota ad acqua)

